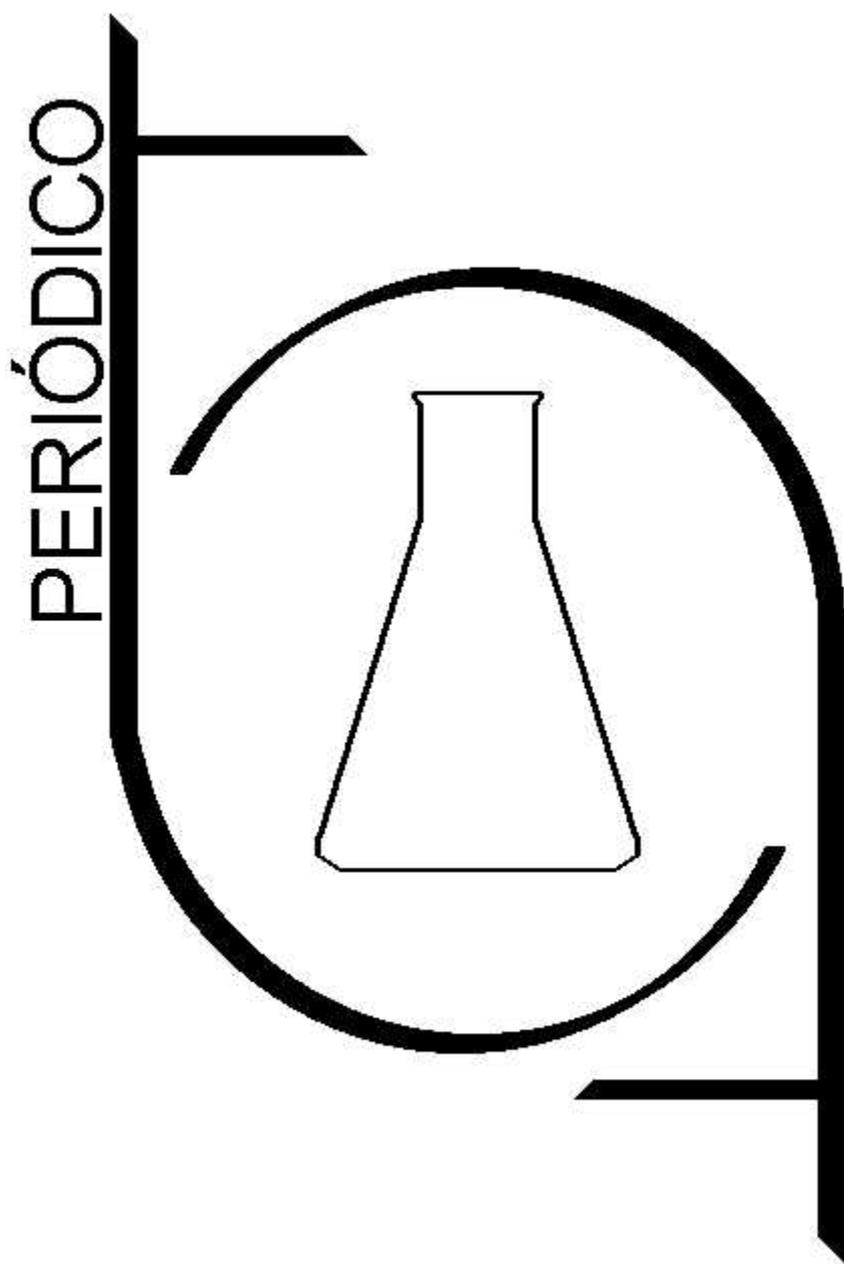


# Tchê Química

Volume 02 - Número 04 - 2005 ISSN 1806-0374



Órgão de divulgação científica e informativa

[www.tchequimica.com](http://www.tchequimica.com)

PERIÓDICO  
**Tchê Química**

Volume 02 – Número 04 – 2005

ISSN 1806 – 0374

Órgão de divulgação científica e informativa.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Periódico Tchê Química: órgão de divulgação científica e informativa [recurso eletrônico] / Grupo Tchê Química – Vol. 1, n. 1 (Jan. 2004)- . – Porto Alegre: Grupo Tchê Química, 2005 - Semestral.  
Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.  
Modo de acesso: World Wide Web:  
<<http://www.tchequimica.com>>  
<<http://www.tchequimica.tk>>  
Descrição baseada em: Vol. 2, n. 4 (ago. 2005).  
ISSN 1806-0374  
ISSN 1806-9827 (CD-ROM)  
1. Química. I. Grupo Tchê Química.

CDD 540

**Bibliotecário Responsável**

Ednei de Freitas Silveira  
CRB 10/1262

PERIÓDICO  
**Tchê Química**

Volume 02 – Número 04 – 2005

ISSN 1806 – 0374

Órgão de divulgação científica e informativa.

**Comissão Editorial**

Eduardo Goldani  
Luis Alcides Brandini De Boni  
Ednei de Freitas Silveira – *Bibliotecário Responsável*

**Conselho de Alto Nível**

- Dr. Francisco José Santos Lima, lima@tchequimica.com, Brasil, RN.
- Dr. Lavinel G. Ionescu, lavinel@tchequimica.com, Califórnia - EUA, residindo em Porto Alegre, RS – Brasil.
- Dra. Maria Natália Botelho Marques da Silva, botelho@tchequimica.com, Lisboa - Portugal.
- M.S. Carlos Eduardo Cardoso, cardoso@tchequimica.com, Brasil, RJ.
- M.S. Daniel Ricardo Arsand, arsand@tchequimica.com, Brasil, RS.
- M.S. Walmilson de Oliveira Santana, santana@tchequimica.com, Brasil, AL.

**Grupo de Consultores Especiais do Periódico Tchê Química**

- Masurquede de Azevedo Coimbra (Farmacêutico e Técnico em Química), coimbra@tchequimica.com, RS.
- Aline Maria dos Santos (Bacharel em Química), santos@tchequimica.com, SP.

**Periódico Tchê Química**

ISSN 1806-0374

ISSN 1806-9827 (CD-ROM)

Divulgação *on-line* em [www.tchequimica.com](http://www.tchequimica.com)

**Missão**

Publicar artigos de pesquisa científica que versem sobre a Química e ciências afins. A responsabilidade sobre os artigos é de exclusividade dos autores. Solicitam-se alterações, quando necessário.

**Correspondências e assinaturas**

[www.tchequimica.com](http://www.tchequimica.com)

## Mensagem ao leitor

### Goldani

Caros Leitores,

Passo a passo estamos crescendo e o Periódico Tchê Química consegue chegar ao quarto número no seu segundo ano de existência. Mesmo que o nosso site esteja recebendo cada vez mais conteúdos inéditos e todos gratuitos, ainda sofremos com alguma desconfiança por parte de muitos pesquisadores. De certa forma até pode ser um pouco natural, pois, afinal, não se trata de uma revista de expressão internacional, mas sim do Periódico Tchê Química. Ainda assim resistimos bravamente, continuando a sua edição sem qualquer tipo de apoio financeiro e buscando no boca-a-boca mesmo matérias inéditas para você apreciar. Para você que ainda está um tanto quanto desconfiado em relação a esse trabalho, gostaria de colocar alguns fatos para tentar seduzi-lo e, quem sabe, contar com a sua presença no próximo número, em janeiro de 2006. Eis os fatos. O Grupo Tchê Química vem se consagrando na rede mundial de computadores como um dos melhores sites nacionais de Química por apresentar na sua página arquivos inéditos para download e, vale sempre ressaltar, gratuitos. Além deste periódico, ao qual você não paga nada por ele e tem acesso a artigos

de pesquisadores que ganharam o Prêmio Nobel, por exemplo, você tem o novo dicionário de termos científicos, tabela periódica em pdf (com mais de 13000 downloads), arquivo didático sobre materiais de laboratório (com mais de 6000 downloads), aplicativo do biodiesel, que ensina você a fazer biodiesel na sua própria casa, entre outros arquivos disponíveis nas diversas seções do site. Se isso não foi o suficiente para confiar no nosso trabalho, pedimos então que aguarde um pouco mais. Tem seções novas que estão por vir, novos materiais e, claro, o nosso compromisso de atualizações quinzenais, para que você possa sempre conferir novidades ao acessar a nossa página. Estamos esperando por você. Seja um colaborador do Grupo Tchê Química e confie o seu trabalho ao Periódico Tchê Química. Muito obrigado pelo seu prestígio e boa leitura!

Atenciosamente,

Eduardo Goldani

### De Boni

Ilustres colegas,

É com grande satisfação que apresentamos o Periódico Tchê Química número 4. Devido a alguns compromissos de última hora nós atrasamos a sua liberação, pois tivemos a grande satisfação de sermos convidados a participar de um congresso de Óleos em Varginha - MG. Neste congresso estivemos em contato com os maiores especialistas em produção de Biodiesel do Brasil e, com certeza, estes colaboraram com nossos projetos tanto quanto nós colaboramos com os deles. Eventos desta magnitude contribuem para o engrandecimento da comunidade científica.

Aproveitando este espaço, também agradeço a todas as mensagens de congratulações que recebemos pela classificação de um projeto realizado por mim, pelo Goldani e pelo Dr. Ionescu entre os três melhores, na categoria Produtos, do Prêmio Petrobrás de Tecnologia. Assim que for possível responderemos a todas as mensagens com a máxima atenção.

Muito obrigado a todos e espero que aproveitem a leitura do Periódico.

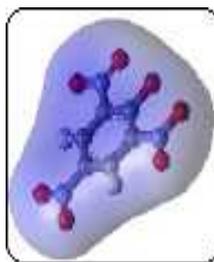
De Boni.

## Índice



### Artigo / Article

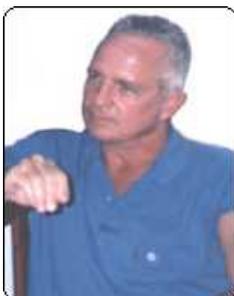
Os riscos da telefonia móvel e o princípio da precaução.  
A. A. de Salles e C. R. Fernández  
depto. de eng. elétrica, ufrgs  
Página 7



### Artigo / Article

POLARIZABILIDADES ESTÁTICAS E DINÂMICAS EM TRANSIÇÕES HIPERSENSITIVAS NOS COMPOSTOS  $\text{Nd}(\text{pic})_3 \cdot 3(\text{tmso})$  E  $\text{Nd}(\text{pic})_3 \cdot 2(\text{rac-besm})$  EM SOLUÇÕES DE ACETONITRILA E NITROMETANO

Francisco José Santos Lima e Marcos Antônio Andrade da Silva UFRN  
Página - 31



### Artigo / Article

ON THE TIME REVERSION IN FEYNMAN'S QED  
by Wladimir Guglinski

wladimircuglinski@hotmail.com

Página - 39

### Artigo / Article

#### 1.10 – PHENANTHROLINE COMPLEXES OF THE RARE EARTH NITRATE: SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION.

Barbosa, A. F. F.1, Cunha, J. D., Silva, A. G., Silva, F. J. S., Batista, M. K. S., Silva, A. O.  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Química,  
C.P 1662, 59078 – 970, Natal / RN, Brazil. E-mail: andrea@ccet.ufrn.br  
Página – 45

### Artigo / Article

#### QUESTÕES PARA PRODUÇÃO SUSTENTADA DE BIODIESEL NO BRASIL

De Boni, L. A. B.

Grupo Tchê Química, Porto Alegre – RS, Brasil. E-mail: deboni@tchequimica.com

Página - 50

Agenda – Página 6

Notas rápidas – Página 30

Novidades do Grupo Tchê Química - Página 54

INSTRUÇÕES ATUALIZADAS PARA PUBLICAÇÃO / INSTRUCTIONS FOR PUBLICATIONS - Página 55

## Agenda

### **XLV Congresso Brasileiro de Química**

Data: 19 a 23 de setembro de 2005

Local: Belém/PA - BRASIL

Realização: Associação Brasileira de Química

Informações:

<http://www.abq.org.br/cbq/index.htm>

E-mail: [abqnacional@abq.org.br](mailto:abqnacional@abq.org.br)

Telefone: (0XX21) 2224-4480

Fax: (0XX21) 2224-6881

### **23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**

Data: 18 a 23 de setembro de 2005

Local: Campo Grande/MS - BRASIL

Realização: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental

Informações: <http://www.abes-rs.org.br/>

A/C Cadastro 23º CBESA – Secretaria do 23º Congresso

Av. Beira Mar, 216 – 13º andar

Cep 20021-060 Rio de Janeiro, RJ

Telefone: (0XX21) 2210-3221 ramal 217

Fax: (0XX21) 2262-6338

### **IV FEIPPETRO**

Data: 12 a 15 de setembro de 2005

Local: Vitória/ES – BRASIL

Realização: Valet Marketing & Eventos

Informações: Valet Marketing & Eventos, Maria José

<http://www.feipetro.com.br>

E-mail: [franca.maria@veloxmail.com.br](mailto:franca.maria@veloxmail.com.br)

Telefax: (0XX11) 6695-4611

### **8 th International Symposium on Polymers for Advanced Technologies**

Data: 13 a 16 de setembro de 2005

Local: Budapeste – HUNGRIA

Informações: Conference Secretary

<http://www.bme.hu/pat2005>

E-mail: [pat@mail.bme.hu](mailto:pat@mail.bme.hu)

### **8º Congresso Brasileiro de Polímeros**

Data: 6 a 10 de novembro de 2005

Local: Águas de Lindóia/SP – BRASIL

Realização: Associação Brasileira de Polímeros

Informações: <http://www.abpol.com.br>

E-mail: [abpol@abpol.com.br](mailto:abpol@abpol.com.br)

### **9º Congresso Internacional de Tintas**

Data: 14 a 16 de setembro de 2005

Local: ITM Expo – São Paulo/SP –

BRASIL

Informações: <http://www.abrafati.com>

E-mail: [congresso@abrafati.com](mailto:congresso@abrafati.com)

Telefone: (0XX11) 3845-8755

### **38º Congresso e Exposição Internacional de Celulose e Papel**

Data: 17 a 20 de outubro de 2005

Local: São Paulo/SP – BRASIL

Realização: Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel

Informações: Fernanda Costa

<http://www.abtcp.org.br>

E-mail: [fernanda@abtcp.org.br](mailto:fernanda@abtcp.org.br)

Telefone: (0XX11) 3874-2720

### **2º Congresso Interamericano de Salud Ambiental**

Data: 19 a 23 de setembro de 2005

Local: Havana - CUBA

Realização: DICSA

Informações: Isaac Zilberman

<http://www.inhem.sld.cu/2con/bienvenida.htm>

E-mail: [zilber@portoweb.com.br](mailto:zilber@portoweb.com.br)

[aidis@aidis.org.br](mailto:aidis@aidis.org.br)

Telefone: (55-51) 3331-9482

Fax.: (55-51) 3333-1416

Celular: (55-51) 9986-8249

### **40<sup>th</sup> IUPAC Congress – Innovation in Chemistry**

Data: 14 a 19 de agosto de 2005

Local: Beijing International Convention Center – CHINA

Informações: <http://www.iupac-congress05.org.cn/>

### **3<sup>rd</sup> International Symposium on Non-Crystalline Solids e 7th Brazilian Symposium on Glass and Related Materials**

Data: 13 a 16 de novembro de 2005

Local: Maringá/PR – BRASIL

Informações:

<http://www.uem.br/~isncs2005/>

Universidade Estadual de Maringá

Av. Colombo, 5790 Maringá, PR – BRASIL

87020-900

Telefone/Fax (+55) 443263-4623

E-mail: [isncs2005@uem.br](mailto:isncs2005@uem.br)

## **Os Riscos da Telefonia Móvel e o Princípio da Precaução**

A. A. de Salles e C. R. Fernández

Depto. de Eng. Elétrica, UFRGS, Av. Osvaldo Aranha 103, Porto Alegre, 90.035-190, RS

**Resumo** – Neste trabalho são revisados os principais efeitos biológicos das radiações não ionizantes (RNI) incluindo os efeitos térmicos e os não térmicos, e são discutidas sucintamente as principais normas nacionais e internacionais disponíveis que limitam a exposição dos seres humanos (trabalhadores e população em geral) a estas radiações. A seguir são resumidas as estimativas teóricas e as medidas para os campos eletromagnéticos irradiados por Estações de Rádio Base (ERBs) típicas, e estes resultados são comparados com aquelas normas. São também mostrados resultados da simulação da taxa de absorção específica (SAR) na cabeça dos usuários de telefones móveis quando antenas convencionais (tipo monopolo) e quando antenas diretivas (planares) são utilizadas, tanto para adultos como para crianças. Finalmente, observa-se que mesmo as normas mais restritivas (considerando o Princípio da Precaução), podem ser obedecidas pelas ERBs mantendo-se boa qualidade no sistema, e que as antenas diretivas podem ser utilizadas em uma nova geração de telefones móveis, resultando em uma alternativa conveniente para melhorar o desempenho destes transceptores, reduzindo também os riscos à saúde dos usuários.<sup>1</sup>

**Palavras-chaves:** Efeitos Biológicos das Radiações Não Ionizantes, Estações de Rádio Base, Telefonia Móvel, Telefonia Celular, Antenas Planares, Princípio da Precaução.

**Abstract** - There has been a dramatic increase in the use of mobile phone technology in the last decades, with widespread benefits in many professional and private activities. In parallel with this, the concern regarding the possibility of adverse health effects due to the absorption of electromagnetic fields by humans also increased. For several years, many research groups in different countries were developing research projects on these subjects in the areas of medicine, biophysics, engineering, etc. Also, the World Health Organization (WHO) has coordinate efforts including many countries to access the existing scientific evidence of harmful health effects of non ionizing radiation (NIR) emitted from different communication equipment, such as the mobile phones and their base stations, with special emphasis to the non-thermal effects. In principle, the base stations radiate more energy. However, their antennas are usually located on the top of elevated towers (or masts) and the radiated energy is mainly concentrated in the horizontal direction. Therefore people are usually far from these antennas, and also in directions reasonably apart from those of maximum radiation. Because the conventional monopole (or whip) antennas being used now in mobile phones typically show a circular radiation pattern in the horizontal plane, they may radiate substantial levels of energy in almost all directions, very close to the body and during considerable time. It is observed that when they are operated very close to the user's head (e.g., 2,5 cm or less), most of energy is absorbed in the head tissues (such as the bone, the brain, eye, etc), and less energy is radiated to the nearest base station. This situation is undesirable since quality of communication is worse, and the Specific Absorption Rate (SAR) in the user's head and the battery drain are increased.

In this work the thermal and the non-thermal effects of the non-ionizing radiation (NIR) are briefly described. Then the typical base station radiated fields are estimated and compared to the available recommendations limiting human exposure to NIR. The specific absorption rate (SAR) in the head of mobile phone users is simulated using the Finite Difference Time Domain (FDTD) method in three dimensions (3 D) when conventional monopole and planar antennas are employed. The performance simulation of microstrip rectangular patch antennas, as well as its predicted and measured results are presented. An algorithm based in 3D FDTD is developed to model the radiation pattern in the horizontal plane and the electric field in the Fresnel region. Measured horizontal radiation pattern is shown. It can be seen that there is a strong correlation between the measured and the FDTD simulated results when the ground plane is finite and when it is not effectively grounded. This type of antenna may be of great interest in new generation of mobile phones, improving its performance, reducing the battery drain and the SAR in the user's head. The new generation (e.g. 2.5 G and 3 G) of cellular phones, including services of message, voice, data,

1 A. A. de Salles, [aasalles@vortex.ufrgs.br](mailto:aasalles@vortex.ufrgs.br), Tel. + 55-51-33163517, Fax + 55-51-33163293, C. R. Fernández, [fdez@iee.ufrgs.br](mailto:fdez@iee.ufrgs.br), Tel. + 55-51-33163300.

video, etc., will transmit higher data rates and may require higher transmitted power. This would result in greater risk for the cellular phone user unless alternatives such as directive antennas were employed. Hence it is expected that these antennas, simple, compact and adequate for the integration with the cellular phone structure, with low cost and reasonable performance would perform an important function in the next generation of cellular phones. It is important to remark that the usual guidelines used for the human exposition limitations (e.g., ICNIRP/CENELEC, IEEE/ANSI) only consider the thermal effects of the non ionizing radiation. If the non-thermal effects became definitely demonstrated, then the exposition limits will have to be substantially reduced. Therefore alternatives such as the planar antennas for mobile phones would become more relevant. The results are discussed referring to the Precautionary Principle. It is observed that in the case of typical base stations, the estimated and measured fields are usually bellow the limits, even when compared to the more restrictive recommendations, with a good quality of communication. Also, the benefits of the directional antennas use in new generation of mobile phones are discussed. Finally, the spread use of mobile phones by the children and the young people is considered. These, for different reasons, are more susceptible than the adults.

**Key Words:** Biological effects, Mobile Communications, Base Stations, Mobile Phones, FDTD – Finite Difference Time Domain, Planar Antennas.

## I. INTRODUÇÃO

Os telefones celulares tornaram-se parte essencial de nossas vidas atualmente. Boa parte das pessoas não pode viver sem estes aparelhos, todos são estimulados a tê-los, mesmo nossas crianças. As Estações de Rádio Base – ERBs estão sendo rapidamente instaladas antes que estudos de impactos à saúde, ambiental, urbanístico e arquitetônico sejam realizados. Muitas pessoas assumem que porque os telefones celulares são essenciais e de uso generalizado, eles devem seguros. Os resultados das pesquisas científicas independentes nas áreas biomédicas mostrando os efeitos danosos à saúde são muitas vezes preliminarmente desconsiderados. Os fabricantes e as operadoras de telefonia móvel sistematicamente reagem com desdém quando as preocupações da comunidade científica e da população são manifestadas, adotando práticas de desinformação deliberada em relação aos potenciais riscos à saúde. As autoridades públicas responsáveis se omitem, e a grande imprensa se beneficia das polpudas contas publicitárias deste que é um dos negócios mais rentáveis na atualidade.

Até o final de 2005 estima-se oficialmente que deverão existir mais de 2 bilhões de terminais móveis em utilização em todo o mundo, e mais que 80 milhões no Brasil. Em paralelo com este pujante crescimento dos sistemas móveis, tem crescido também a preocupação, especialmente da população e da comunidade científica, em relação aos riscos à saúde que esta tecnologia pode representar. Esta preocupação é motivada essencialmente pelas incertezas científicas, especialmente em relação aos “efeitos não térmicos” da absorção das radiações não ionizantes (RNI) nos seres humanos. Os “efeitos térmicos” já são há muitas décadas bem conhecidos, e são os considerados nas normas mais difundidas que limitam a exposição aos campos eletromagnéticos não ionizantes. Entretanto, sobre os efeitos não térmicos ainda existem certas polêmicas na comunidade científica, ainda que muitos destes já tenham sido repetidamente comprovados em experimentos com cobaias e “in vitro”, e reportados em revistas científicas de credibilidade reconhecida.

No caso das comunicações móveis, em virtude de sua grande disseminação nas últimas décadas, as preocupações têm se concentrado especialmente em relação aos dois tipos de transmissores, tanto os fixos (freqüentemente chamados de Estações de Rádio Base – ERBs), bem como os móveis (p.ex., os telefones celulares). Ambos os aspectos merecem a maior atenção e

consideração. Via de regra as ERBs emitem potências substancialmente maiores que os telefones móveis, mas como normalmente as pessoas estão razoavelmente afastadas das antenas das ERBs (p. ex., mais que 50 ou 100 metros, em sua direção de maior irradiação), a taxa de absorção específica (SAR - “*Specific Absorption Rate*”) calculada em qualquer região do corpo em situações típicas, resulta em valores substancialmente abaixo dos limites das normas mais difundidas, especialmente aquelas que consideram somente os efeitos térmicos. Entretanto, na maioria dos casos práticos, também são respeitados os limites de normas mais restritivas, que consideram em parte o Princípio da Precaução (PP). Por outro lado, para o caso dos telefones móveis, observa-se que a SAR calculada na cabeça dos usuários dos aparelhos que utilizam as antenas tipo monopolo convencionais, na condição normal de uso, é significativamente maior que os limites das normas, mesmo daquelas que consideram somente os efeitos térmicos [Bernardi *et al.*, 2001; Iskander *et al.*, 2000; Jensen and Rahmat-Samii, 1995; Salles *et al.*, 2001].

Obviamente, se fossem considerados também os efeitos não térmicos, a situação então seria muito mais crítica para os usuários destes telefones móveis. O problema é que as antenas convencionais (tipo monopolo) irradiam de forma quase simétrica em um plano perpendicular a elas. Então, na condição normal de uso, quando estas antenas são operadas muito próximas à cabeça (p.ex., 2,5 cm ou menos), a maior parte da energia irradiada é absorvida na cabeça (p.ex., nos tecidos do cérebro, etc.), e uma parcela menor de potência é irradiada no sentido da ERB com a qual está se comunicando. Então se perde em qualidade de comunicação, a potência emitida é automaticamente ajustada para níveis mais elevados, o que resulta em maior consumo da bateria e maior risco à saúde dos usuários.

Uma alternativa eficaz para contornar este problema é o uso de antenas planares de moderada diretividade. A utilização destas antenas em transceptores móveis (como nos telefones celulares) foi proposta há algum tempo atrás por alguns autores [Jensen and Rahmat-Samii, 1995; Salles *et al.* 2001]. Estas antenas emitem mais no sentido oposto à cabeça, melhorando a qualidade da comunicação, reduzindo os riscos à saúde dos usuários e o consumo da bateria. Elas podem ser fabricadas com pequenas dimensões e de forma compacta, integrada à própria caixa dos celulares, e são de baixo custo, representando então uma opção interessante para esta utilização.

Neste trabalho serão resumidos os principais efeitos térmicos e não térmicos das radiações não ionizantes, são mencionadas as principais normas que limitam a exposição das pessoas (ocupacional e não ocupacional) a estas radiações, são apresentadas estimativas teóricas e resultados medidos para os campos irradiados por Estações de Rádio Base (ERBs) tipicamente utilizadas em sistemas móveis no Brasil, e estes resultados são comparados com as principais normas disponíveis. É também resumido o método das Diferenças Finitas no Domínio do Tempo (FDTD) usado para o cálculo da taxa de absorção específica (SAR) na cabeça do usuário de transceptores móveis com antenas tipo monopolo convencional e com antenas planares tipo *patch* retangular. São mostrados resumidamente o projeto, simulação do desempenho e os principais resultados medidos com estas antenas, para as regiões de campo próximo (distâncias da mesma ordem de grandeza ou menores que o comprimento de onda) e de campo distante (distâncias maiores que alguns comprimentos de onda).

Os resultados apresentados são discutidos em presença do Princípio da Precaução, observando-se que para o caso das ERBs tipicamente utilizadas, mesmo as normas mais restritivas são respeitadas mantendo-se boa qualidade no sistema. Também, são discutidos os principais benefícios da utilização das antenas diretivas em novas gerações de transceptores móveis. Finalmente, são feitas considerações sobre a utilização de telefones celulares por crianças e adolescentes. Estes, por razões diversas, são mais suscetíveis que os adultos.

## II. PRINCIPAIS EFEITOS TÉRMICOS E NÃO TÉRMICOS

Em frequências típicas de sistemas de comunicações, p.ex., em RF (Rádio Frequências) ou em microondas, os principais efeitos da absorção da radiação não ionizante podem ser divididos em dois tipos basicamente, que são denominados efeitos “térmicos” e “não térmicos”, que serão considerados a seguir.

### II.1. Efeitos térmicos

Os efeitos térmicos são aqueles causados por um aquecimento direto dos tecidos biológicos como resultado da absorção da energia eletromagnética num meio dissipativo ou com perdas, isto é, nos meios dielétricos onde a permissividade (ou constante dielétrica) apresenta uma parte imaginária maior que zero. A parte imaginária ( $\epsilon_r''$ ) da permissividade relativa de um dielétrico dissipativo pode ser relacionada a uma condutividade equivalente:

$$\sigma = 2\pi f \epsilon_0 \epsilon_r'' [S/m] \quad (1)$$

onde  $f$  é a frequência e  $\epsilon_0$  é a permissividade do vácuo. Tanto os valores das partes real ( $\epsilon_r'$ ) e imaginária ( $\epsilon_r''$ ) da permissividade relativa ( $\epsilon_r = \epsilon_r' + j \cdot \epsilon_r''$ ), bem como da condutividade equivalente  $\sigma$  variam substancialmente com a frequência e com o tipo de tecido [Fischetti, 1993]. Ao contrário das radiações não ionizantes em comprimentos de onda menores (p.ex., no infravermelho, ou no visível, etc.), as radiações em microondas e em rádio frequência (RF) não são somente absorvidas pela pele, mas dependendo da frequência, em camadas mais profundas de tecidos também. Uma vez que os sensores de temperatura do corpo humano estão localizados somente na periferia do corpo, efeitos prejudiciais aos tecidos podem ocorrer devido a aquecimentos excessivos em regiões mais profundas (p. ex., nos tecidos do cérebro), sem serem percebidos pelas pessoas.

Então, genericamente, todos os efeitos que podem ser devidos a um aumento de temperatura nos tecidos são chamados efeitos térmicos. Estes efeitos térmicos têm sido estudados há muitas décadas [Bernhart, 1992; Bronzino, 1995; Grant, 1981], e os resultados da absorção dos campos eletromagnéticos por diferentes tipos de tecidos são relativamente bem conhecidos, existindo mesmo normas internacionalmente aceitas que estabelecem limites de exposição em função da frequência de operação, do tempo de exposição, do tipo de usuário, etc.. Entre estas, pode-se citar p.ex., as normas IEEE/ANSI e ICNIRP/CENELEC [ICNIRP, 1998; IEEE, 1991]. Em junho de 2002, a ANATEL, através da sua Resolução nº 303 [ANATEL, 2002], recomendou níveis comparáveis aos da norma ICNIRP.

Os limites de exposição são variáveis com a frequência, em parte por considerar ressonâncias e também por considerar a menor profundidade de penetração dos campos eletromagnéticos em frequências mais elevadas. A ressonância é importante, pois quando este fenômeno ocorre, resulta em maior absorção de energia. Por exemplo, o corpo humano de um adulto apresenta tipicamente ressonâncias na faixa de 40 a 80 MHz, enquanto o corpo de uma criança pode apresentar ressonâncias na faixa de 200 a 300 MHz. Por outro lado, a cabeça de um adulto pode apresentar ressonâncias na faixa de 400 a 500 MHz, e na cabeça de uma criança a ressonância pode ocorrer na faixa de 700 a 800 MHz [ICNIRP, 1998]. Ressonâncias em tecidos e estruturas menores do corpo podem ocorrer em frequências mais elevadas.

Os limites de exposição podem ser estabelecidos em intensidade de campo elétrico (V/m) ou de campo magnético (A/m), ambos mais utilizados em frequências mais baixas, p.ex., até algumas centenas de MHz, ou em densidade de potência (mW/cm<sup>2</sup> ou W/m<sup>2</sup>), normalmente mais utilizada acima de algumas centenas de MHz.. Por outro lado, um parâmetro dosimétrico

largamente utilizado é a “Taxa de Absorção Específica” (SAR), que é definida como “a derivada no tempo do aumento de energia “ $\partial W$ ” absorvida ou dissipada num elemento de massa “ $\partial m$ ” contida num elemento de volume “ $\partial V$ ” cuja massa específica é “ $\rho$ ”” [Salles, 1996; Stuchly, 1995], e que analiticamente pode ser expressa por:

$$SAR = \frac{\partial}{\partial t} \frac{\partial W}{\partial m} = \frac{\partial}{\partial t} \frac{\partial W}{\partial (\partial V)} [mW / g] \quad (2)$$

daí é possível, em outras palavras, dizer-se que a SAR quantifica a potência absorvida por unidade de massa. Utilizando o teorema do *Vetor de Poynting* para campos eletromagnéticos com excitação senoidal no domínio da frequência, a SAR pode ser também expressa por [Salles, 1996; Stuchly, 1995]:

$$SAR = \frac{\sigma}{2\rho} |E_i|^2 = \frac{\omega \varepsilon_0 \varepsilon_r''}{2\rho} |E_i|^2 = \frac{|J_i|^2}{2\rho\sigma} [mW / g] \quad (3)$$

onde  $E_i$  e  $J_i$  são os valores de pico do campo elétrico e da densidade de corrente no local considerado. Observa-se que a SAR é diretamente proporcional ao aumento local de temperatura que é responsável pelos efeitos térmicos:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{SAR}{C_p} [^{\circ}C / s] \quad (4)$$

onde  $T$  é a temperatura em graus Celsius, e  $C_p$  é o calor específico do tecido [J/kg °C].

Um critério básico utilizado pelas normas que consideram exclusivamente os efeitos térmicos é que até um nível de SAR de 4 W/kg o acréscimo de temperatura dos tecidos não ultrapassa 1 °C, o que foi considerado um limite para não haver dano por efeito térmico [ICNIRP, 1998; IEEE, 1991]. A exposição a campos mais intensos, produzindo valores de SAR acima de 4 W/kg, pode comprometer a capacidade termo-regulatória do corpo e resultar em níveis danosos de aquecimento dos tecidos [Bernhardt, 1992; ICNIRP, 1998]. Então a partir daí são atribuídos fatores de segurança, dependendo se a exposição ocorrer em: (a) ambientes “controlados”, ou “ocupacionais”, (p.ex., trabalhadores que estão instruídos e treinados em relação aos riscos potenciais e alertados a tomar as devidas precauções, e tem condições de avaliar os níveis de campo, identificar situações de maior risco e se proteger adequadamente, ou em (b) ambientes “não controlados”, ou “público em geral”, quando pessoas de diferentes idades e com situações de saúde variáveis estão envolvidas, podendo incluir grupos ou indivíduos mais suscetíveis, e que via de regra não estão conscientes ou prevenidos dos riscos de exposição à radiação não ionizante.

Também, o limite em SAR depende do tipo de exposição. Para exposição do corpo inteiro, por exemplo, pode-se considerar a SAR média, que será então a relação entre a potência total absorvida pelo corpo e sua massa. Entretanto, para aquecimentos localizados, como os produzidos pelos telefones celulares emitindo muito próximos da cabeça do usuário (a 2,5 cm ou menos), deve ser usada a SAR local, que é definida como a potência absorvida por unidade de massa de tecido (p.ex. em mW/g ou em W/kg). Pela norma IEEE/ANSI [IEEE, 1991] o valor médio de SAR, para um grama de tecido contínuo, de 1,6 mW/g não deve ser ultrapassado. Pela norma ICNIRP/CENELEC [ICNIRP, 1998] o nível máximo da SAR (valor médio para 10 g de tecido contínuo) deve ser 2 mW/g, o que coincide com o valor adotado pela ANATEL.

## II.2 Efeitos não- térmicos

Os efeitos “não térmicos” são, por exemplo, efeitos bioquímicos ou eletrofísicos causados diretamente pelos campos eletromagnéticos induzidos, e não indiretamente por um aumento localizado ou distribuído de temperatura. Estes efeitos ainda estão sendo estudados, havendo atualmente resultados conflitantes na literatura científica internacional. Alguns resultados de experiências com cobaias e “in vitro” mostraram que estes efeitos podem ocorrer em níveis de energia substancialmente inferiores (p.ex., dezenas ou centenas de vezes abaixo) àqueles correspondentes aos efeitos térmicos.

Alguns efeitos “não térmicos” reportados na literatura incluem efeitos nos sistemas nervoso, cardiovascular e imunológico, bem como no metabolismo e em fatores hereditários [Bernhart, 1992; Bronzino, 1995]. Entretanto, nestas áreas os resultados ainda são polêmicos, não existindo conclusões definitivas, o que poderá ainda demorar muitos anos. Alguns resultados são mesmo conflitantes, especialmente devido a técnicas experimentais não muito confiáveis. Por exemplo, (a) os métodos utilizados para caracterizar os sintomas em estudos epidemiológicos; (b) dosimetria em RF e microondas, especialmente em campo próximo; e (c) a presença de influências estranhas não consideradas na interpretação dos resultados.

Efeitos que foram claramente demonstrados incluem a alteração no fluxo de íons através das membranas das células (afetando particularmente as propriedades eletro-fisiológicas das células nervosas), alteração na mobilidade dos íons de cálcio (particularmente nos tecidos do cérebro), alterações na síntese de DNA e na transcrição de RNA e efeitos na resposta de células normais a moléculas sinalizantes (incluindo hormônios, neurotransmissores e fatores de crescimento) [Bernhart, 1992]. Alterações no fluxo de cálcio em células, na barreira hematoencefálica (“*blood-brain barrier*”- BBB, que protege o cérebro de certas toxinas) e no desenvolvimento de tumores cerebrais foram também reportados [Fischetti, 1993].

Entre outras, uma incerteza importante que está para ser confirmada é se estes efeitos não térmicos podem ou não ocorrer em taxas de absorção específicas bem abaixo daquelas observadas para os efeitos térmicos. Efeitos no sistema imunológico foram constatados em cobaias quando a SAR era maior que 0,4 mW/g, as células nervosas eram influenciadas quando os valores de SAR eram superiores a 2 mW/g e exposição a SAR entre 2 e 3 mW/g promoveu a ocorrência de câncer ou carcinomas em ratos [Bernhart, 1992]. Além disto, alterações no sistema endócrino e na química sanguínea foram relatados quando a SAR é maior que 1 mW/g e alterações nos sistemas hematológicos e imunológicos ocorrem quando a SAR é igual ou maior que 0,5 mW/g para exposições prolongadas [Stuchly, 1995]. Alguns autores resumem os dados experimentais em cobaias sugerindo que os efeitos aparecem em SAR médias entre 1 e 4 mW/g, e isto tem sido um critério adotado nas normas mais recentes [Stuchly, 1995].

Recentemente, os Drs. L. Salford (neurocirurgião) e B. Persson (biofísico) da Universidade de Lund na Suécia mostraram que níveis muito baixos de exposição (SAR = 0,002 W/Kg, durante somente 2 horas) podem alterar a barreira hemato-encefálica (*Blood Brain Barrier*- BBB), permitindo que substâncias químicas penetrem em neurônios no córtex, no hipocampo e em gânglios basais do cérebro. Esta alteração permanecia ainda evidente 4 semanas após uma única exposição de 2 horas, mesmo naqueles níveis baixíssimos de SAR [NIEHS, 2003].

Também recentemente, foi reportada a indução de proteínas de choque térmico (HSP- “*Heat-Shock Proteins*”) em vermes do tipo nematóides (“*Caenorhabditis Elegans*”) com exposição prolongada a campos eletromagnéticos de baixa intensidade (SAR de 0,001 W/Kg, em 750 MHz), o que foi atribuído a mecanismos não térmicos que podem também ocorrer em tecidos humanos [De Pomerai *et al.*, 2000]. Isto sugere então que os limites atuais de exposição devem ser reconsiderados, por exemplo com a adoção do Princípio da Precaução (PP).

Reverendo a literatura, observa-se que, à medida que as pesquisas avançam e novos resultados aparecem, as normas são atualizadas e novos limites mais restritivos são sugeridos. Entre as muitas dúvidas que ainda estão por ser esclarecidas é possível ressaltar, por exemplo, como o campo eletromagnético atua em determinadas estruturas, como: (a) nos cromossomos ou nas moléculas de DNA que constituem os genes [Fischetti, 1993], e (b) na alteração da mobilidade dos íons (p.ex., de cálcio), particularmente em tecidos do cérebro e nas propriedades eletrofisiológicas das células nervosas [Bernhart, 1995].

A própria OMS - Organização Mundial da Saúde, está coordenando um projeto multinacional visando maior conhecimento dos efeitos não térmicos. Entre outros, reconhece que: "...existem "brechas no conhecimento" ("*gaps in knowledge*") que foram identificadas para pesquisas subseqüentes, para se ter melhor avaliação dos riscos à saúde". "Deve demorar cerca de 3 a 4 anos para que a necessária pesquisa em RF seja concluída, avaliada e que os resultados de quaisquer riscos sejam publicados" [WHO, 1996].

Por exemplo, em relação à utilização dos telefones móveis por crianças, a Dra. Gro Harlem Brundtland, Diretora Geral da OMS, declarou "Eu evitaria deixar crianças utilizar telefones móveis por horas todos os dias, porque nós não conhecemos o suficiente sobre os danos" [Brundtland, 2002]. Por outro lado, em reunião realizada no início de 2003, a OMS decidiu que já existem "evidências científicas suficientes" para a aplicação do "Princípio da Precaução - PP" [WHO, 2003]. Entre outros, os resultados do Projeto REFLEX [Reflex Progress Summary, 2004] reportaram diversos efeitos não térmicos (p.ex., quebras simples e duplas nas moléculas de DNA, alterações nos cromossomas, etc.), que podem ocorrer em níveis de exposição substancialmente abaixo daqueles correspondentes aos efeitos térmicos. Segundo entendimento da OMS, "o Princípio de Precaução (PP) é um critério de abordagem de riscos aplicado em circunstâncias com um alto grau de incerteza científica, refletindo a necessidade de tomar atitudes em face de riscos potencialmente sérios, sem esperar os resultados da pesquisa científica". A OMS declara também que... "Não basta obedecer às normas atuais. Os sistemas irradiantes devem usar níveis de radiação eletromagnética tão baixos quanto possível" [WHO, 1996]. Este conceito é representado pelas siglas ALARA (As Low As Reasonably Achievable) e ALATA (As Low As Technically Achievable) e está por trás dos níveis mais restritivos alcançados por um consenso maduro entre empresas prestadoras de serviços e os legisladores, garantido-se também boa qualidade do serviço p.ex., [Suíça, 1999].

### III. PRINCIPAIS NORMAS DISPONÍVEIS LIMITANDO AS RNI

As normas disponíveis mais utilizadas podem, genericamente, ser divididas em dois grupos: a.) as que consideram somente os efeitos térmicos das RNI, que estão bem estabelecidos, entendendo que não há conhecimento científico suficiente para a adoção de limites mais restritivos; e b.) aquelas que adotam níveis mais restritivos, considerando em parte os efeitos não térmicos das RNI e incorporando em parte o Princípio da Precaução (PP). Entre as primeiras estão as normas IEEE/ANSI e ICNIRP/CENELEC, sendo que os limites desta última foram também adotados pela ANATEL em sua Resolução 303,. Entre as normas que consideram em parte os efeitos não térmicos podem ser mencionadas as da Suíça, Itália, Luxemburgo, Bélgica, Rússia, China, etc.

A título de exemplo, na Tabela I abaixo estão resumidos alguns dos limites estabelecidos (em frequências próximas a 850 MHz), pelas normas mais difundidas, . Os valores em SAR (para exposição localizada e para exposição de corpo inteiro) especificados pelas normas IEEE/ANSI e ICNIRP/CENELEC (mencionados na seção anterior) estão também incluídos nesta tabela.

TABELA I - NORMAS DE EXPOSIÇÃO (EM 850 MHz)

Normas de exposição humana	Número	Valores máximos de exposição			
		<i>Campo Elétrico</i> E[V/m]	<i>Densidade de Potência</i> $U_{max}$ [W/m <sup>2</sup> ]	<i>SAR localizada</i> (W/Kg)	<i>SAR corpo inteiro</i> (W/Kg)
ANSI/IEEE (1991/ 92)	C.95.1	46	5,7	1,6	0,08
ICNIRP (1998)	ENV 50166-2	40	4,3	2	0,08
ANATEL (2002)	Resolução 303	40	4,3	2	0,08
Porto Alegre (jan. 2000)	8.463	40	4,3	–	–
Itália (1998)	381	6	0,1	–	–
Porto Alegre (abr. 2002)	8.896	4	0,043	–	–
Suíça (1999)	814.710	4	0,043	–	–
Norma de Compatibilidade <b>Eletrônica</b>		<i>E</i> [V/m]	$U_{max}$ [W/m <sup>2</sup> ]		
IEC/ABNT (out 1997)	NBR IEC 60601-1-2	3	0,024	–	–

Em relação aos telefones móveis, o IEEE estabeleceu um procedimento de medidas destes aparelhos (IEEE P 1528) que foi recomendado pela FCC nos EUA [FCC, 2001]. Na Comunidade Européia, o CENELEC também estabeleceu em meados 2000 um procedimento de medidas (EN 50360). No Brasil, em 2003 o CPqD – Centro de Pesquisas e Desenvolvimento, em Campinas, SP, recebeu um equipamento para medidas de SAR. Também o INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais em São Jose dos Campos, SP, deverá receber em breve. Em 25/10/2001 foi sancionada no município de Porto Alegre, RS, a Lei Municipal N° 8.797 (publicada no D. O. de Porto Alegre em 1/11/2001, pág. 2), que ...“Dispõe sobre a obrigatoriedade de confecção e distribuição de material explicativo dos efeitos das radiações emitidas pelos aparelhos celulares e sobre a sua correta utilização, e dá outras providências”.

Entre outros, determina que ...Art. 1° Ficam as empresas que comercializam aparelhos de telefonia celular no Município de Porto Alegre, obrigadas a confeccionar e a distribuir, no ato da venda, material explicativo contendo informações acerca das radiações emitidas pelos aparelhos celulares e sobre as precauções necessárias à sua correta utilização. Esta Lei foi regulamentada pelo Decreto Municipal N° 14.285 de 10/9/2003 (publicado no D. O. de P. Alegre em 22/9/2003, págs. 2 e 3), que entre outros determina que: .....Art. 3° - O material explicativo de que trata o Art. 1° da Lei N° 8.797/01 deverá conter, no mínimo, as informações constantes no anexo deste Decreto. Então, no Anexo estão as “Orientações aos Usuários de Telefones Celulares”, onde entre outros se lê: ... “O telefone celular é um receptor e emissor de ondas de rádio frequência (radiação eletromagnética), razão pela qual recomenda-se a observância das seguintes orientações:

- uso indevido do telefone celular pode causar danos à saúde, logo a prevenção é uma estratégia de saúde pública.
- telefone celular não é brinquedo infantil, portanto, evite que as crianças o utilizem como brinquedo

- Evite o uso prolongado do celular.”

Esta legislação ainda que necessite melhorias, é considerada importante pois é a primeira no Brasil a tratar deste assunto de forma preventiva.

#### IV. CÁLCULO DAS DISTÂNCIAS A PARTIR DAS QUAIS AS NORMAS SÃO OBEDECIDAS EM ERBs TÍPICAS

Para as ERBs tipicamente utilizadas em sistemas de telefonia celular no Brasil, foram efetuadas estimativas teóricas e medidas dos campos irradiados, obtendo-se boa concordância entre ambos. Os aspectos teóricos dos cálculos dos campos para as ERBs foram mostrados em [Salles *et al.*, 2000]. Uma forma relativamente simples e prática para visualizar os limites a partir das quais as normas são atendidas em cada caso, é a representação através das “Zonas de Exclusão”, que são os locais onde as normas são superadas, o que será visto adiante. Inicialmente, as distâncias a partir das quais as normas são obedecidas, são calculadas a partir da equação de Friis [Friis, 1946] para espaço livre:

$$R(\theta, \phi) = \sqrt{\sum_{m=1}^3 \frac{P_m D_m (\theta - \theta_m, \phi - \phi_m) N_m}{4\pi U_{max}}} \quad (5)$$

onde  $R(\theta, \phi)$  é a distância da antena para um azimute  $\phi$  e altura  $\theta$ ,  $P_m$  é a potência efetivamente irradiada pela antena por canal,  $D_m$  é a função de diretividade da antena,  $\theta_m$  é o *tilt* ou ângulo de orientação vertical da antena,  $\phi_m$  o azimute ou ângulo de orientação horizontal da antena,  $N_m$  o número de canais (“canais rádio”) por setor e  $U_{max}$  é o limite máximo de densidade de potência para o qual se quer calcular a região no qual este limite é observado. Pode ser acrescentado um fator que leve em conta as reflexões, e margens de segurança, por exemplo, 2,51 e 2/3 respectivamente, de acordo com a Consulta Pública 296/01 que deu origem à Resolução 303/2002 – ANATEL [ANATEL, 2002].

##### IV.1 Parâmetros da ERB usada nos cálculos

Todos os cálculos foram realizados para a pior situação, para uma ERB típica. Esta ERB possui 3 setores simétricos de azimute 0°, 120° e 240° (para efeitos de cálculo se assume que as antenas estão localizadas no mesmo ponto). As antenas não têm *tilt* (0°), e a ERB opera na faixa de 850 MHz. A potência equivalente isotropicamente irradiada por canal (EiRP) é de 150 W (52 dBm), sendo 12 canais por setor. O ganho das antenas é de 15 dBi.

##### IV.2 Regiões de Exclusão

Nesta seção são mostradas as regiões do espaço para as quais as normas são superadas ou não. A região externa à superfície representa situações de atendimento à norma enquanto a região interna representa os pontos onde a norma é superada (“região de exclusão”). Para tanto, são mostrados diagramas em perspectivas tridimensionais bem como projeções horizontais e verticais.

Na Tabela II estão resumidas as distâncias de atendimento às diferentes normas. Observa-se que para a ERB estudada, as normas mais restritivas são atendidas a distâncias horizontais a partir de cerca de 90 m e a distâncias verticais a partir de cerca de 20 m.

Nos exemplos a seguir, são calculadas as superfícies de contorno a partir das quais as normas são obedecidas, para uma ERB de média capacidade e média potência: frequência de operação: Bandas A e B (~850MHz); número de canais por setor: 12 ; potência por canal: 10 W; ganho das antenas: 12 dBi.

TABELA II DISTÂNCIAS DE ATENDIMENTO ÀS NORMAS

Normas	Distância horizontal [m]	Distância vertical [m]
ANSI/IEEE (Nº C 95.1, 1991/ 92)	5,7	1,3
ICNIRP (Nº ENV 50.166-2,1998)	6,3	1,5
ANATEL (Resol. Nº 303, jul. 2002)	6,3	1,5
Porto Alegre (Nº 8.463, jan. 2000)	6,3	1,5
Itália (Nº 381, 1998)	42,8	9,9
Porto Alegre (Nº. 8.896, abril 2002)	63,3	15,1
Suíça (Nº 814.710, 1999)	63,3	15,1
IEC/ABNT (NBR 60601-1-2, 1997)	87,3	20,2

A Figura 1 mostra os limites de atendimento da norma ICNIRP/CENELEC, que tem os limites análogos aos da recomendação adotada pela ANATEL [ANATEL, 2002]. Para esta ERB, a partir de uma distância de 6,3 m na horizontal ou de 1,5 m na vertical os valores limites da recomendação da ANATEL são atendidos.

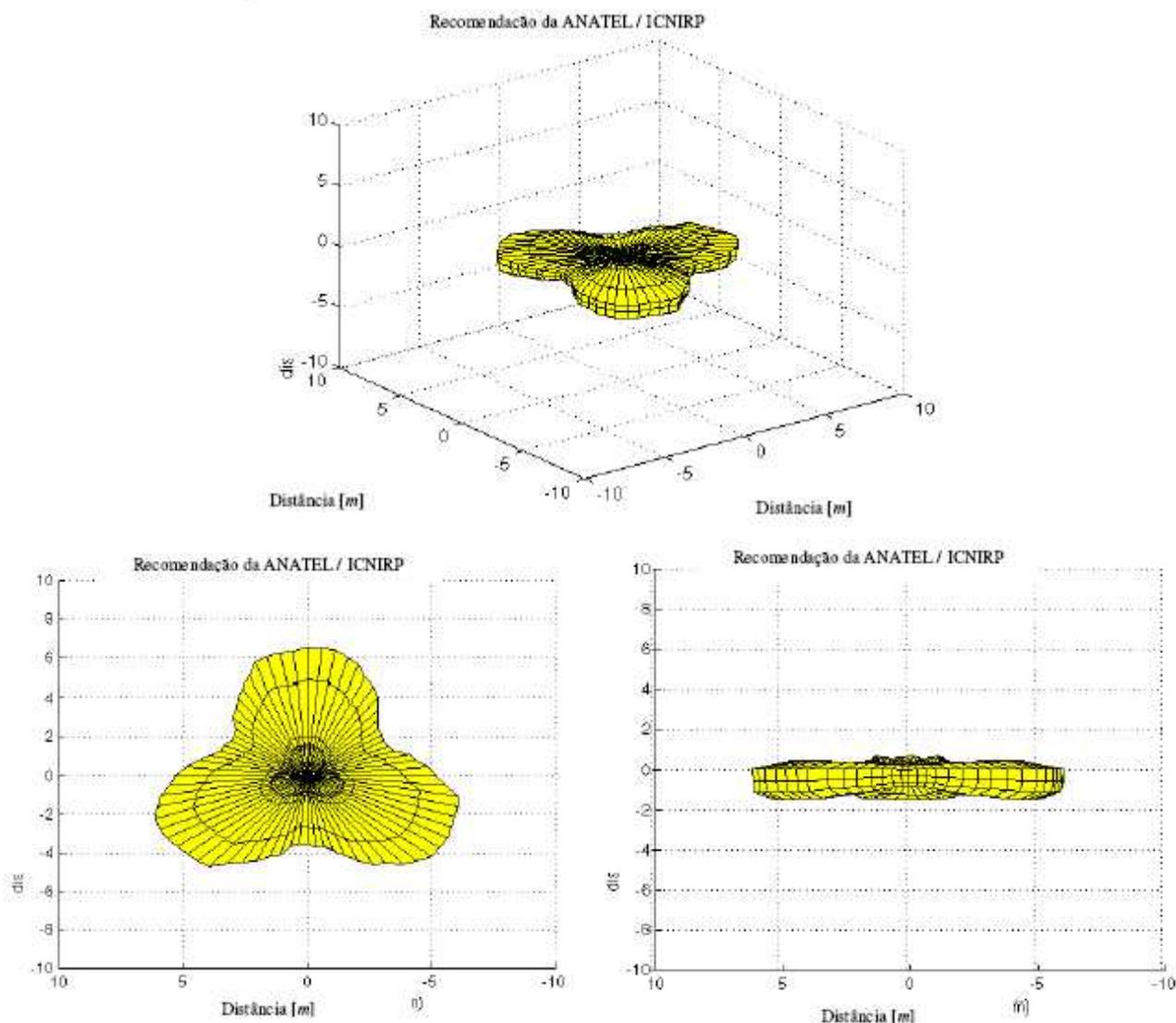


Fig.1. Zonas de exclusão conforme a recomendação adotada pela ANATEL. Escala = 10 m. (a) perspectiva; (b) projeção horizontal; (c) projeção vertical.

Na Figura 2 são mostradas as zonas de exclusão referentes à norma da Suíça [Suíça, 1999]. Observa-se que para esta ERB, a partir de uma distância de 63,3 m na horizontal ou de 15,1 m na

vertical os valores limites da norma suíça são atendidos.

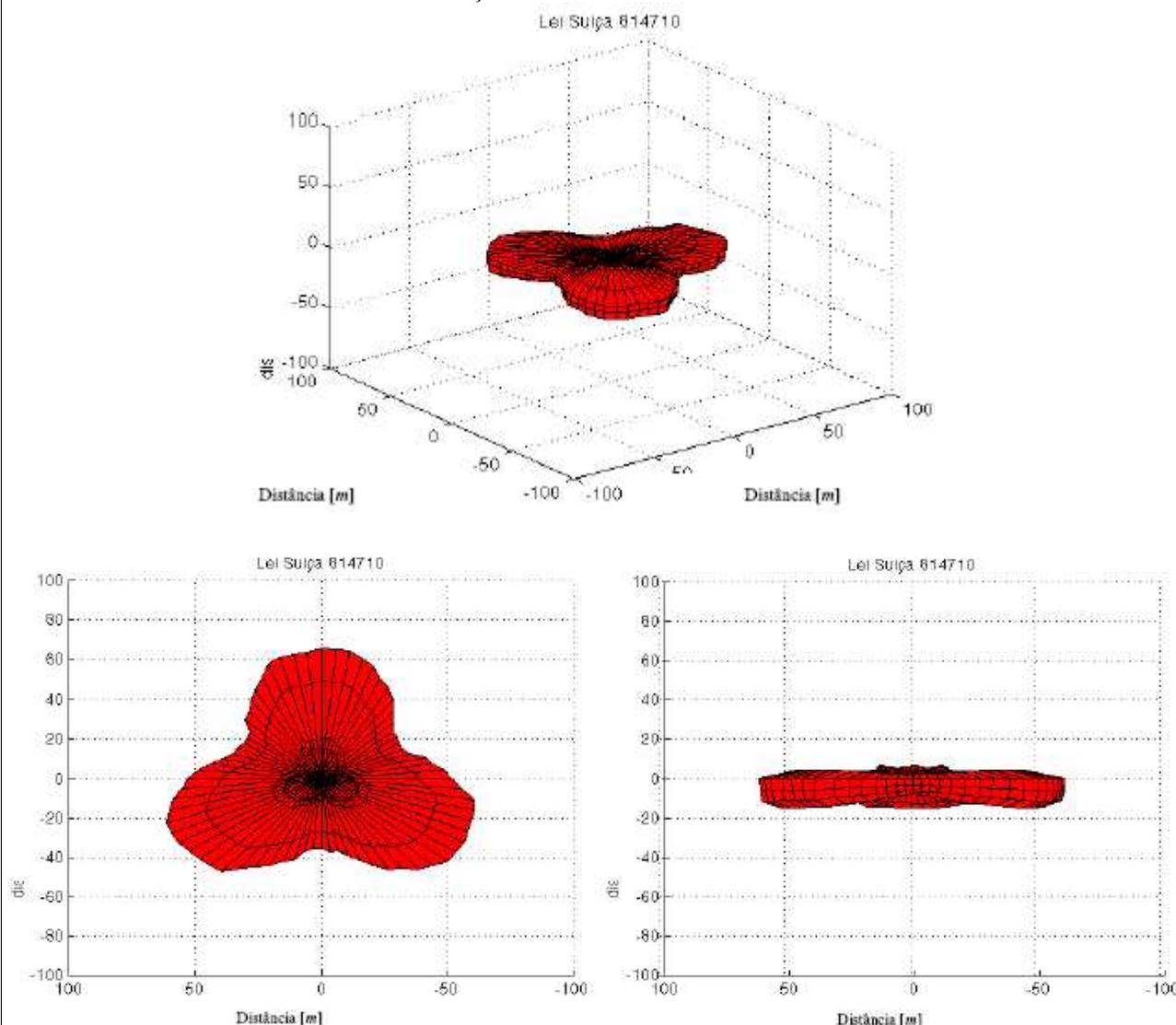


Fig. 2. Zonas de exclusão conforme a norma suíça. Escala = 100 m. (a) perspectiva; (b) projeção horizontal; (c) projeção vertical.

Na Tabela III estão resumidos os valores limites (em frequências próximas a 850 MHz) em campo elétrico e em densidade de potência nas normas mais difundidas, e as distâncias (horizontal e vertical) a partir das quais estes limites são respeitados.

TABELA III COMPARAÇÕES ENTRE DIFERENTES NORMAS

Normas de exposição humana	Número	Valores máximos de exposição		Distância para uma ERB típica	
		$E$ [V/m]	$U_{max}$ [ $W/m^2$ ]	Horiz. [m]	Vert. [m]
ANSI/IEEE (1991/92)	C.95.1	46	5,7	5,7	1,3
ICNIRP/CENELEC (1998/96)	ENV 50166-2	40	4,3	6,3	1,5
ANATEL (jul. 2002)	Resol. nº303	40	4,3	6,3	1,5
Porto Alegre (jan. 2000)	8463	40	4,3	6,3	1,5
Itália (decreto set. 1998)	381	6	0,1	42,8	9,9
Porto Alegre (abr. 2002)	8896	4	0,043	63,3	15,1
Suíça (norma dez. 1999)	814.710	4	0,043	63,3	15,1

Salzburg, Áustria		~ 0,6	0,001	~ 430	~ 100
Norma de Compatibilidade		$E [V/m]$	$U_{max} [W/m^2]$	$E [V/m]$	$U_{max} [W/m^2]$
<b>Eletromagnética</b>					
IEC/ABNT (out 1997)	NBR IEC 60601-1-2	3	0,024	87,3	20,2

Genericamente pode-se mencionar então, que no caso das ERBs típicas consideradas, desde que as antenas sejam instaladas em torres elevadas (p.ex., 20 ou 30 metros de altura, ou mais), mesmo os limites das normas mais restritivas consideradas (p.ex., norma da Suíça) são atendidos em distâncias maiores que cerca de 60 m na direção de máxima irradiação (i.é a norma é atendida desde que a antena esteja 15 m acima do ponto mais elevado num raio de 60 m, considerando *tilt* 0°). Estes valores devem ser ajustados e calculados caso a caso. Assim, para ERBs de grande capacidade (i.é. com um número maior de canais) e/ou grande potência as distâncias serão maiores que as da Tabela III. Inversamente, para ERB de menor capacidade e/ou potência, p.ex. mini-ERB, as normas serão atendidas em distâncias menores.

#### V. MODELAMENTO DA SAR NA CABEÇA E DO DIAGRAMA DE IRRADIAÇÃO EM TELEFONES MÓVEIS COM ANTENAS CONVENCIONAIS E PLANARES

Para o modelamento do problema foram desenvolvidos algoritmos baseados no método das Diferenças Finitas no Domínio do Tempo (FDTD), conforme descrito em [Salles *et al.*, 2000, 2001 e 2002].

##### III.1 O Domínio do Problema

Quando se desejam processar simulações numéricas de um dado problema é necessário contar com um modelo que represente adequadamente o espaço físico do mesmo. Modelos unidimensionais ou bidimensionais são possíveis, tendo como vantagens a correspondente redução na capacidade de memória, nos tempos de processamento e na complexidade necessária do equacionamento e dos algoritmos. Graças à maior capacidade computacional disponível, cada vez mais modelos tridimensionais, embora mais exigentes, são usados. Estes modelos tridimensionais podem ter geometria simples, de relativamente fácil implementação, como uma representação de cabeça humana por camadas de elipsóides de revolução, ou modelos mais complexos. Para o presente estudo optou-se por um domínio tridimensional o mais aproximado possível da realidade.

##### V.1.1O domínio no campo próximo.

O modelo da cabeça usado foi desenvolvido especificamente para este trabalho. Neste modelo, os diferentes tecidos que compõem a cabeça são tratados como materiais homogêneos e invariantes definidos a partir de imagens médicas disponíveis: imagens de cortes (Figura 3a), Raios-X e ressonâncias magnéticas (Figura 3b). Estas imagens, num total de 128, com espaçamento  $\Delta = 1,8$  mm entre cortes contíguos, foram tratadas individualmente usando técnicas de reconhecimento de padrões, automáticas e manuais (p. ex., máscaras de cores do software CorelDraw® com correção individual do reconhecimento de estruturas) para a conformação de um conjunto de arquivos de imagens *bitmap* (Figura 3c) dos quais foi extraída a malha do domínio: uma matriz tridimensional de 128 x 170 x 130 pontos ou pixels, totalizando aproximadamente 3 milhões de pontos (Figura 3d).

Os diferentes tecidos ou materiais identificados correspondem a pele/gordura, músculos, ossos, cérebro, olhos e o ar. Então, uma vez que estes tecidos são considerados homogêneos, as

estruturas menores, como vasos capilares, não são levadas em consideração.

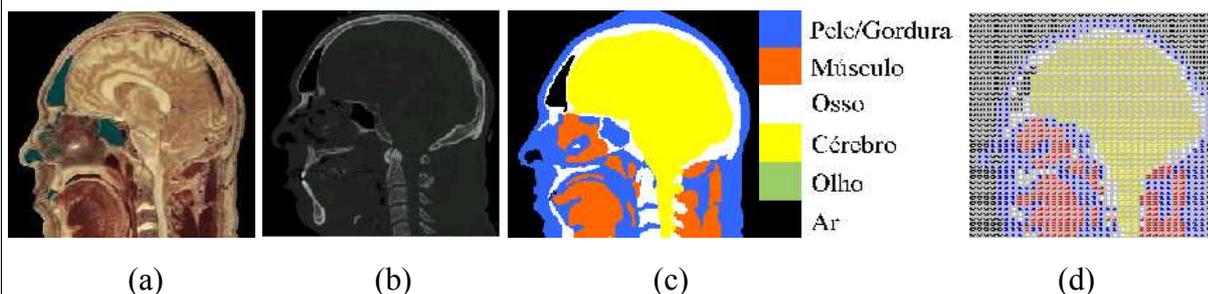


Figura 3. Imagens médicas originais: (a) corte sagital da cabeça, e (b) imagem de ressonância magnética do mesmo corte. (c) Imagem simplificada de um corte sagital da cabeça com seus tecidos identificados por cores. (d) Ilustração de um plano da matriz de domínio, onde cada índice corresponde a um tecido.

TABELA IV. PARÂMETROS DOS TECIDOS USADOS NA SIMULAÇÃO.

Tecido	$\epsilon_r$	$\sigma$ [S/m]	$\rho$ [kg/l]
Pele/Gordura	36,5	0,700	1,10
Músculo	55,3	2,000	1,04
Osso	7,75	0,105	1,85
Cérebro	46,0	1,650	1,03
Olho	80,0	1,900	1,02

Os parâmetros eletromagnéticos médios dos diferentes tecidos presentes foram definidos de acordo com [Jensen and Rahmat-Samii, 1995] e com [Iskander *et al.*, 2000] para a frequência de 1900 MHz e constam na Tabela IV. Estes valores são próximos dos valores recomendados pelo FCC e IEEE [IEEE, 2001].

Dos valores da Tabela IV se observa que deverá ocorrer uma elevada densidade de fluxo elétrico devido às constantes dielétricas elevadas, o que associado aos altos valores de condutividade, irá resultar em SAR elevada para alguns tecidos de acordo com a equação (3).

#### V.1.2 O domínio no campo distante: Malha multidimensional

A malha fina de  $\Delta = 1,8$  mm permite uma adequada representação dos diferentes tecidos biológicos e dos detalhes da antena e do aparelho celular. Porém, para obter os diagramas de irradiação das antenas simuladas, foi implementada uma segunda malha, de menor detalhamento, com células de  $\Delta_g = 27$  mm, onde foram obtidos os valores de campo para uma distância  $10 \lambda$  para garantir que se está na região de campo distante, que é mais homogênea. A Figura 4 abaixo, ilustra um domínio composto de duas malhas com células de dimensões diferentes [Iskander *et al.*, 2001].

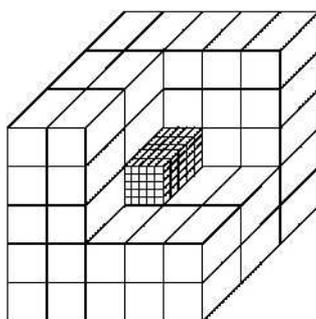


Fig. 4 Representação de uma malha com células de duas dimensões como a implementada.

A malha fina foi implementada com  $23,04 \times 30,60 \times 32,40$  cm<sup>3</sup>, ( $128\Delta \times 170\Delta \times 180\Delta$ ), enquanto a malha grossa tem  $3,51 \times 3,645 \times 4,59$  m<sup>3</sup> ( $130\Delta_g \times 135\Delta_g \times 170\Delta_g$ ). O acoplamento dos

problemas nas duas malhas se dá quando os valores calculados nos pontos extremos da malha fina são usados como valores de fonte para os pontos coincidentes da malha grossa [Salles *et al.*, 2002].

### V.2 Limitação do domínio, Estabilidade e Dispersão Numérica.

A condição de contorno utilizada neste trabalho foi uma parede absorvedora, como a descrita por Mur (de 2<sup>da</sup> ordem) [Mur, 1981] dado que esta solução exige menos recursos computacionais que outras soluções como a PML, *Perfect Matching Layer* [Bérenger, 1996; Taflove, 1998] e mantém uma boa atenuação da onda refletida na parede, suficiente para este tipo de simulação [Lazzi, 97]. Esta condição é necessária para simular uma propagação em espaço livre num domínio numérico que necessariamente deve ser truncado. Além das reflexões nas bordas do domínio, as simulações poderão divergir dependendo da relação entre o comprimento da onda propagada e as dimensões das células de discretização, e também do número de iterações. Neste caso, como o cálculo de SAR não é sensível à fase, pode ser tolerado certo grau de dispersão na região próxima. Na região de campo distante (malha grossa) o número de pontos por comprimento de onda é relativamente pequeno e o intervalo de convergência da simulação fica, portanto, reduzido. Isto não comprometeria a obtenção dos diagramas de irradiação desde que os mesmos podem ser determinados como medidas relativas de campo nas diferentes direções. Para contornar estas dificuldades soluções baseadas nos potenciais vetoriais, em integrais do campo distante [Sullivan and Young, 2001] e outras variantes do método FDTD como o método Pseudo Espectral no Domínio do Tempo (PSTD), que requer apenas dois pontos de cálculo por comprimento de onda [Liu and He, 2001], e alternativas incondicionalmente estáveis (p.ex. *Alternating Direction-Implicit-FDTD* ou ADI-FDTD [Chung *et al.*, 2003] ) foram propostas.

### V.3 O Algoritmo

O método FDTD resolve, num domínio de cálculo previamente discretizado, as equações diferenciais de Maxwell, numa forma explícita de diferenças finitas [Taflove, 1998]. Desta forma os cálculos são realizados localmente, considerando apenas a vizinhança do ponto calculado e as soluções avançam no tempo a cada iteração o que permite resolver problemas transientes e outros, como neste caso, nos quais a adequada representação do domínio de cálculo exige matrizes de grandes dimensões. O algoritmo implementa equações semelhantes à (6), que diferem das equações originalmente propostas, pelo fato de calcular ambos os campos, elétrico e magnético numa única malha e não em malhas intercaladas, evitando a duplicação da malha.

$$\mathbf{Ez}_{i,j,k}^{n+1} = \left( \frac{1 - \frac{\sigma_{i,j,k} \Delta t}{2\epsilon_{i,j,k}}}{1 + \frac{\sigma_{i,j,k} \Delta t}{2\epsilon_{i,j,k}}} \right) \mathbf{Ez}_{i,j,k}^n + \left( \frac{\frac{\Delta t}{\epsilon_{i,j,k}}}{1 + \frac{\sigma_{i,j,k} \Delta t}{2\epsilon_{i,j,k}}} \right) \times \left( \frac{\mathbf{Hy}_{i,j,k}^{n+1} - \mathbf{Hy}_{i-1,j,k}^{n+1}}{\Delta x} - \frac{\mathbf{Hx}_{i,j,k}^{n+1} - \mathbf{Hx}_{i,j-1,k}^{n+1}}{\Delta y} \right) \quad (6)$$

## VI PROJETO E SIMULAÇÃO DE ANTENAS PLANARES

Uma vez que as células da digitalização da cabeça possuem um tamanho definido ( $\Delta$ ), tanto as dimensões dos elementos presentes na simulação (telefone celular, antena, etc) quanto o posicionamento relativo dos mesmos são múltiplos inteiros deste valor. Por exemplo, a distância do telefone celular à cabeça é 0,54 cm ( $3\Delta$ ), ou seja, próxima a uma distância típica de utilização. O tempo total de cada simulação no supercomputador Cray T94 foi em torno de 2 horas (incluindo o tempo de espera) utilizando para tanto, uma memória de 820 MB para um total de 2400 iterações na malha fina com  $\Delta t \approx 3$  ps correspondendo a um tempo total de 7,205 ns. Este número de iterações corresponde a 160 iterações na malha grossa para um  $\Delta_g \approx 45$  ps, pois a relação entre  $\Delta t$  e  $\Delta_g$  corresponde àquela entre as dimensões das malhas, fina e grossa  $\Delta$  e  $\Delta_g$ , garantindo a mesma

velocidade de propagação em ambas as malhas, para um mesmo meio.

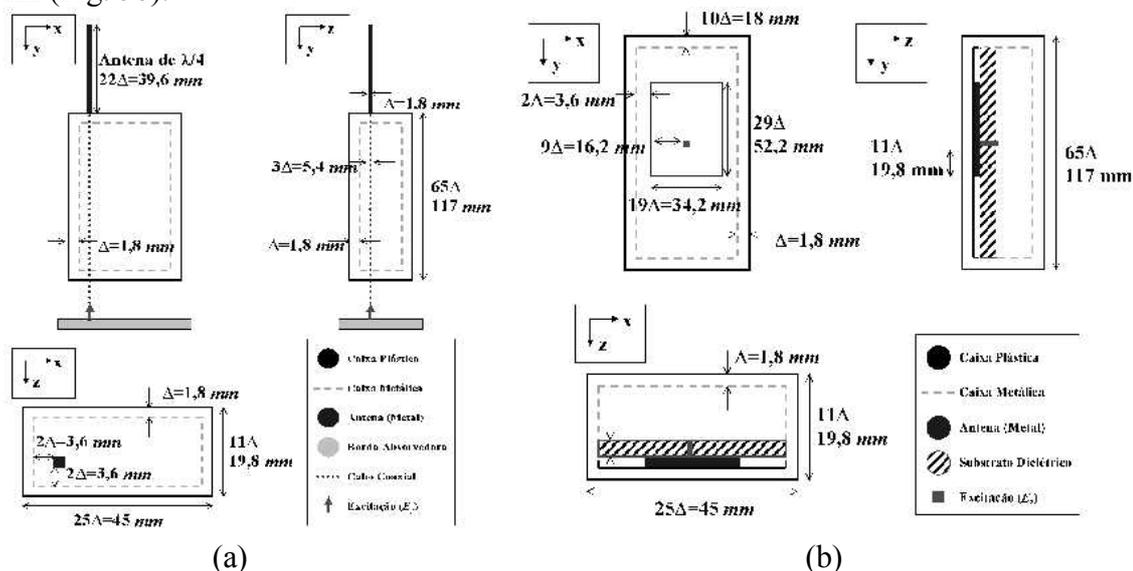
### VI.1 Modelamento da Antena tipo Monopolo de $\lambda/4$ de Onda

O modelo do aparelho celular portátil consiste numa caixa metálica, coberta com uma camada dielétrica ( $\epsilon_r = 2,1$ ) de 1,8 mm, com dimensões totais de  $45 \times 19,8 \times 117$  mm ( $25\Delta \times 11\Delta \times 65\Delta$ ). A antena foi modelada por uma haste metálica de 39,6 mm ( $22\Delta$ ) de comprimento fixada na parte superior da caixa metálica. A frequência de operação definida foi de 1,8926 GHz para que estas dimensões correspondam a  $\lambda/4$ .

A alimentação é feita através de um cabo coaxial que conecta a antena a uma *softsource* colocada numa célula imediatamente acima da parede absorvedora, onde é forçado o campo  $E_y$  (Figura 5a).

### VI.2 Projeto e Modelamento da Antena Planar

Diferentes antenas planares foram propostas [Kaneda *et al.*, 2002; Nakano *et al.*, 2002; Romeu and Soler, 2002; Yang *et al.*, 2001]. Aqui será apresentada uma antena em *microstrip* do tipo *patch* retangular simples porque suas características são adequadas para esta aplicação e seu projeto já é bastante estabelecido [Balanis, 1997; Garg *et al.*, 2001]. Nas simulações foram utilizados os parâmetros do substrato *RT/duroid 5880* de baixas perdas, que foi usado na implementação da antena ( $\epsilon_r = 2,2$ ,  $\text{tg}\delta = 0,0009$  e  $h = 3,6$  mm). A largura da antena deve ser compatível com a largura do aparelho ( $45$  mm =  $25\Delta$ ) e com as dimensões das células (*voxels*) da malha utilizada nas simulações FDTD. Com esta limitação de largura, o plano de terra fica pequeno, os métodos analíticos clássicos usados para o projeto (bem como em algumas simulações) apresentam então resultados aproximados, sendo necessárias medidas ou simulações mais adequadas (p.ex., FDTD) para uma caracterização mais precisa. A antena foi projetada para ter uma largura  $W_l = 34,2$  mm ( $19\Delta$ ) e comprimento  $L_l = 54$  mm ( $30\Delta$ ), de forma que, usando as equações para o modelo de cavidade [Garg *et al.*, 2001], verifica-se que a ressonância ocorre em 1,893 GHz (Fig. 5b).



A antena projetada foi simulada também utilizando o programa para simulação de estruturas planares *Ensemble*® (SV v. 2.0.57) [Ansoft, 2002], obtendo-se, para os parâmetros acima

listados, uma taxa de onda estacionária de 1,014. A largura de banda calculada [Balanis, 1997] para uma taxa de onda estacionária (VSWR) = 3 foi de 11 MHz, e a simulada foi de cerca de 60 MHz. Esta largura de banda pode ser melhorada com um projeto otimizado para este fim. Outros dados obtidos de cálculos são os fatores de qualidade: de perdas no condutor,  $Q_c = 6,61 \times 10^3$ , de perdas no dielétrico,  $Q_d = 1,20506 \times 10^3$ , de irradiação,  $Q_i = 211,83401$ , e total,  $Q_t = 175,38344$ . Com isso a eficiência estimada é de  $\eta = 82,79\%$ . Observa-se que este modo de alimentação não é tão adequado quanto a sonda coaxial utilizada em [Salles *et al.*, 2002], obtendo-se maior eficiência e largura de banda ( $\eta = 86,17\%$  e  $BW = 13$  MHz), pois aqui a linha de transmissão de alimentação contribui também para a irradiação como se observa em [Salles *et al.*, 2002]

### VI.3. Simulações FDTD do campo próximo

Nas simulações efetuadas são comparados valores de SAR na cabeça de um usuário de telefone celular portátil para duas situações: a) utilizando antena monopolo de  $\frac{1}{4}$  de onda; e b) utilizando a antena *microstrip* planar (*patch* retangular). O objetivo desta comparação é verificar a distribuição de campo no espaço, bem como observar se ocorre diferença na SAR dos tecidos da cabeça devido à utilização destes dois diferentes tipos de antenas.

Nas Figura 6 estão mostradas, respectivamente, as distribuições de campo elétrico ( $20 \times \log|E|$ ) em cortes frontais (no plano da antena monopolo) e coronais (na base da antena monopolo). É possível observar-se que os níveis de campo no cérebro são substancialmente inferiores (mais que 10 dB) quando a antena diretiva é usada.

Nas Figura 7 estão mostradas as distribuições em escala logarítmica (em dB) para facilidade de leitura, da SAR ( $10 \times \log[SAR]$ ) na cabeça para os mesmos cortes frontais e coronais, respectivamente. Esses valores de SAR são normalizados para uma potência entregue à antena de  $P_{del} = 600$  mW (pior situação: potência máxima irradiada por um telefone celular analógico ou um digital operando em *roaming*), onde 0 dB corresponde à  $SAR = 1$  mW/g. Da mesma forma, observa-se que os valores de SAR na cabeça obtidos com a antena diretiva são pelo menos 10 dB inferiores aos obtidos com a antena convencional. É possível estimar nas Figura 7, o valor médio de SAR para 10 g de tecido contínuo, a partir do cálculo em volumes cúbicos com cerca de 2,2 cm de aresta. Uma vez que a norma recomendada pela ANATEL [ANATEL, 2002] para o Brasil estabelece um limite máximo de  $SAR = 2$  mW/g, observa-se nas Figura 7a e 7c que a antena convencional supera por muitas vezes aquela norma, nas condições mencionadas. Estes resultados são comparáveis aos obtidos por outros autores [Bernardi *et al.*, 2001; Dimbylow and Gandhi, 1991; Iskander *et al.*, 2000; Jensen and Rahmat-Samii, 1995; Okoniewski and Stuchly, 1996; Watanabe *et al.*, 1996]. Por outro lado, conforme mostrado em trabalhos anteriores [Salles *et al.*, 2000, 2001] o maior afastamento entre a antena e a cabeça pode levar ao atendimento da norma mesmo quando a antena convencional é utilizada.

No caso da antena diretiva, a redução dos valores do campo e da SAR na cabeça é considerável, levando, via de regra, ao atendimento à norma. Resultados análogos também foram obtidos por outros autores [Bernardi *et al.*, 2001; Jensen and Rahmat-Samii, 1995].

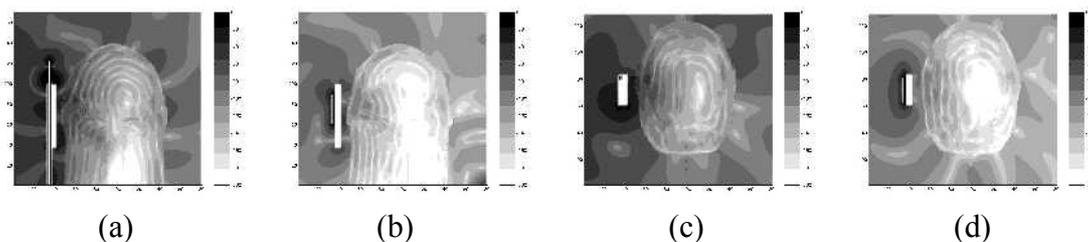


Figura 6. Imagens frontais (xy) da intensidade de campo elétrico ( $20 \times \log|E|$ ) obtidas ao final das simulações, onde utiliza-se: a) o monopolo de  $\frac{1}{4}$  de onda e b) a antena diretiva, e imagens

coronais ( $xz$ ) para c) o monopolo de  $\frac{1}{4}$  de onda e d) a antena diretiva.

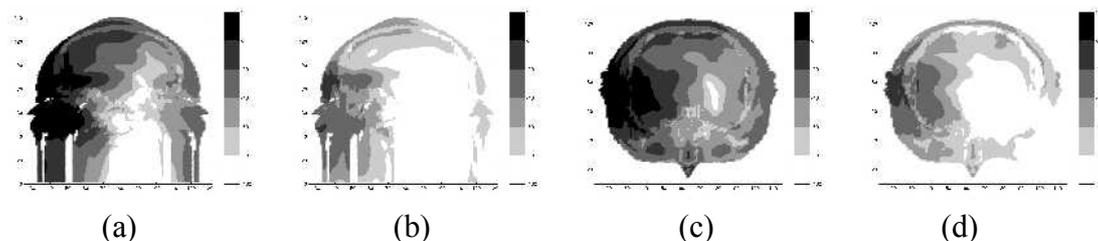


Figura. 7. Imagens frontais ( $xy$ ) da distribuição da SAR ( $10\log(SAR)$ ) simulada, onde utiliza-se: a) o monopolo de  $\frac{1}{4}$  de onda e b) a antena diretiva. Imagens coronais ( $xz$ ) da distribuição da SAR ( $10\log(SAR)$ ) para c) o monopolo de  $\frac{1}{4}$  de onda e d) a antena diretiva.

Uma vez que a potência absorvida na cabeça (que é parte da potência absorvida total,  $P_{abs}$ ) é menor, observa-se uma melhoria na eficiência de irradiação,  $\eta = (P_{del} - P_{abs})/P_{del}$ , das antenas diretivas (em comparação com o monopolo), o que já havia sido assinalado por outros autores.

#### VI.4. Simulações FDTD do campo distante

O método FDTD com a malha grossa foi utilizado para obter os resultados em campo distante ( $d \geq 10\lambda$ ), com e sem a presença da cabeça, tanto para a antena monopolo como para a antena diretiva, em cerca de 1,9 GHz. Os diagramas de irradiação obtidos, na forma polar no plano horizontal, estão apresentados na Figura 8, tanto da antena monopolo como da antena diretiva. Estes têm escala radial de 5 dB e, para efeitos de simplicidade na comparação, os campos estão normalizados na direção oposta à cabeça. Nas simulações, a metalização posterior da antena (ou seja, o plano terra) não está efetivamente aterrada, configurando uma situação mais próxima à situação realmente encontrada no caso dos telefones portáteis onde não existe um plano terra efetivo. Nesta situação, obteve-se um diagrama de irradiação horizontal com uma relação frente – costas de cerca de 10 dB, como mostra a Figura 8b. Resultado semelhante foi obtido por [Iskander *et al.*, 2000]. Também os resultados medidos e apresentados a seguir, são próximos deste valor e podem ser considerados adequados para a aplicação em antenas de transceptores móveis operados muito próximos à cabeça do usuário.

Na Figura 8a aparecem os diagramas de irradiação no plano horizontal para a antena monopolo de  $\frac{1}{4}$  de onda com (linha pontilhada) e sem (linha contínua) a cabeça. Observa-se uma diminuição de cerca de 5 dB na direção do usuário devido à presença da cabeça, como têm sido usado no projeto de enlases (*Body Loss*) [Holma and Toskala, 2000; Nielsen *et al.*, 2002]. Na Figura 8c ambas antenas são comparadas quando operam na presença da cabeça. Aí se observa então, que no caso da antena diretiva (linha pontilhada) a relação frente – costas se mantém pouco menor que 10 dB. Então, para o caso de uma antena diretiva com baixas perdas e baixa taxa de onda estacionária, naturalmente a energia emitida na direção oposta à cabeça (direção preferencial de comunicação) é maior do que no caso da antena convencional, o que seria benéfico em termos de cálculo do enlace (*Power Budget*).

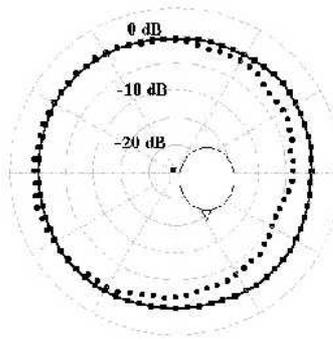


Fig. 8a. Diagrama de irradiação horizontal para a antena monopolo de  $\frac{1}{4}$  de onda:

Linha contínua → sem a cabeça,  
Linha pontilhada → com a cabeça.

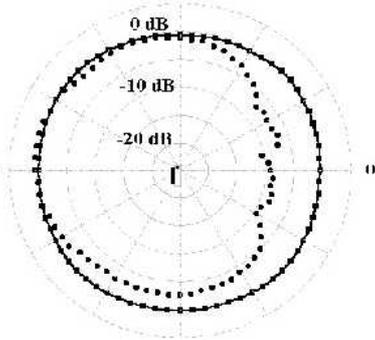


Fig. 8b. Diagrama de irradiação horizontal em espaço livre (sem a cabeça):

Linha contínua → monopolo de  $\frac{1}{4}$  de onda,  
Linha pontilhada → antena diretiva.

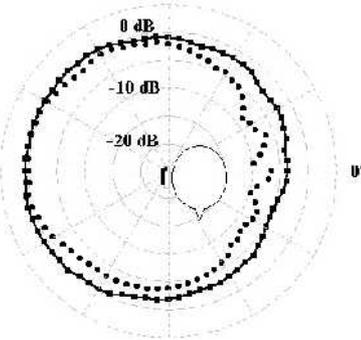


Fig. 8c. Diagrama de irradiação horizontal na situação de uso (com a cabeça):

Linha contínua → monopolo de  $\frac{1}{4}$  de onda,  
Linha pontilhada → antena diretiva.

## VII. COMPARAÇÕES DOS RESULTADOS DA SAR PARA ADULTOS E CRIANÇAS

Alguns autores mostraram comparações entre os valores simulados para a SAR em adultos e em crianças e em adolescentes [e.g., Gandhi, O. P. *et al.*, 1996, Fernández *et al.*, 2005]. Por razões diversas, os resultados são mais críticos para os mais jovens que para os adultos. Entre outras, uma vez que os tecidos mais jovens apresentam maior conteúdo de líquido salino, os parâmetros das células no cérebro destes são mais elevados (p.ex., permissividade relativa e condutividade). Isto resulta em maior concentração de campo e maior dissipação de energia naqueles tecidos. Também, a espessura do crânio dos adultos é maior que nos mais jovens, daí há maior penetração dos campos no cérebro destes. Finalmente, e muito importante, nos mais jovens a reprodução das células é mais rápida, e como alguns efeitos (especialmente os não térmicos) ocorrem especialmente na ocasião da reprodução das células, então a situação é mais crítica nos mais jovens. Isto está mostrado nas Fig. 9 e 10. Na Fig. 9 estão comparadas as SAR simuladas para uma criança de 5 anos, 10 anos e um adulto [Gandhi *et al.*, 1996].

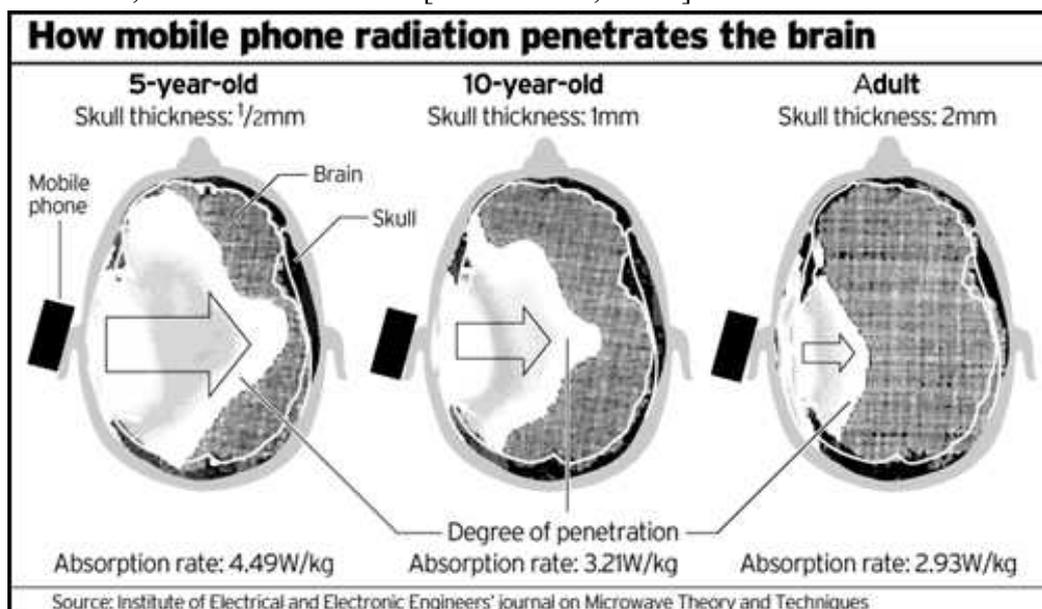


Fig. 9 – Comparações da SAR em crianças de 5 e 10 anos, e em adultos [Gandhi *et al.*, 1996].

A Fig. 10 mostra as SAR simuladas para adultos (esq.) e para criança de 10 anos (dir.) [Fernández *et al*, 2005].

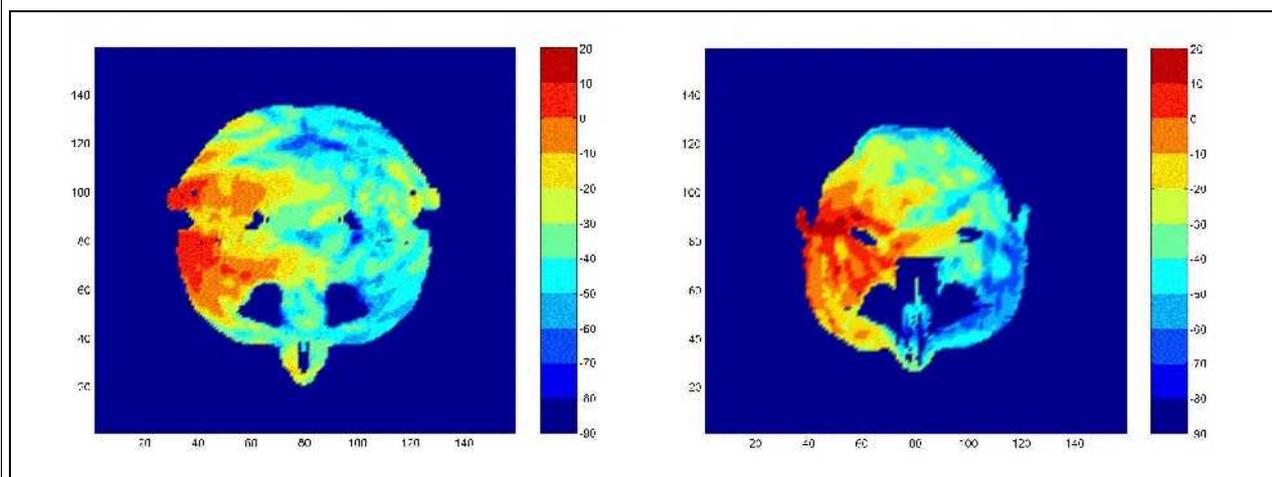


Fig. 10 – Comparações da SAR para um adulto (esq.) e para uma criança de 10 anos (dir.) [Fernández *et al*, 2005].

Observa-se em ambas figuras, que nos mais jovens a penetração é maior que nos adultos, pelas razões expostas.

#### VIII. RESULTADOS MEDIDOS EM ANTENAS PLANARES

Dois protótipos da antena projetada foram realizados sobre substratos *RT/duroid*<sup>®</sup> 5880 de 1,8 mm de largura e utilizando conectores SMA.

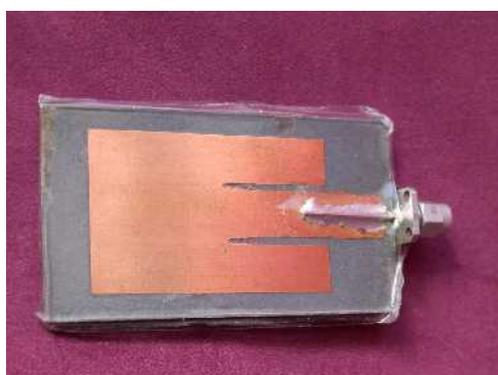


Figura 11. Antena em microstrip tipo “patch” retangular medida.

Em seqüência foram realizadas medidas em câmara anecoica de  $5 \times 5 \times 5$  m<sup>3</sup>, usando como receptor um Analisador de Interferência superheterodino EMC-60, Electro-Metrics, acoplado à antena sob teste, e, como gerador, um Sintetizador de Freqüências 6745B, Wiltron, com um amplificador VZL6041-K1, Varian, e antena corneta padrão. Desta forma foram realizados dois tipos de medidas: (a) medidas em que o plano terra da antena *patch* foi desconectado da malha de terra dos cabos do receptor para simular a situação de uso de um telefone celular (ou seja, sem plano de terra efetivo) e, (b) medidas com o conector normalmente soldado ao plano terra.

Observa-se que quando o plano de terra não está efetivamente aterrado, tem-se uma relação frente – costas de aproximadamente 10 dB e ângulo de meia potência de 150°, que são valores próximos aos obtidos nas simulações FDTD. Já com o plano terra efetivamente aterrado, verifica-

se uma relação frente – costas maior que 20 dB e ângulo de meia potência de cerca de 110°. Comparações de diagramas de irradiação no plano horizontal medidos para os dois tipos de aterramento e o diagrama obtido na simulação FDTD estão na Figura 12.

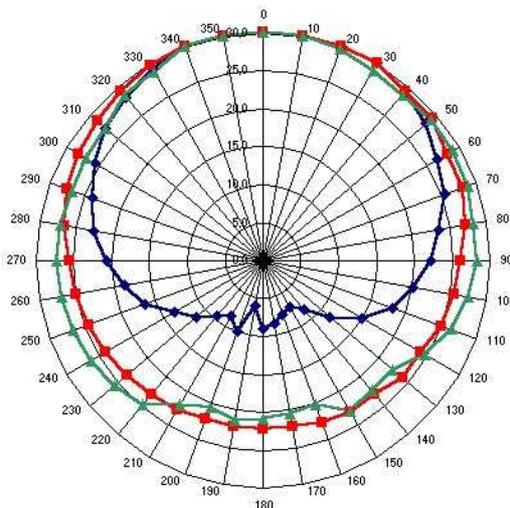


Fig. 12. Diagramas de irradiação no plano horizontal medidos para antena patch com o plano terra efetivamente aterrado [azul], não aterrado [vermelho] e calculado com o FDTD [verde] (5 dB por divisão na escala radial).

## IX. COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

Neste trabalho inicialmente são revisados os principais efeitos térmicos e não térmicos das radiações não ionizantes, e as normas mais difundidas que limitam a exposição das pessoas a estas radiações. A seguir, os valores obtidos de campo elétrico irradiado por uma Estação de Rádio Base (ERB) típica são comparados com os limites de exposição estabelecidos por algumas destas normas. Os resultados são apresentados na forma de regiões de exclusão, no interior das quais os limites das normas são superados, e fora delas estes limites são respeitados.

Algumas normas utilizadas para comparação consideram somente os efeitos térmicos da absorção da energia eletromagnética não ionizante (p.ex., normas IEEE/ANSI, ICNIRP e ANATEL), e outras consideram em parte os efeitos não térmicos (p.ex., normas da Itália e da Suíça), adotando então o Princípio da Precaução.

Os resultados obtidos indicam que, para as situações tipicamente encontradas nas ERB localizadas em torres elevadas (p.ex., cerca de 30 ou 40 m, ou mais) e sendo desobstruídas nas direções de maior irradiação, as zonas de exclusão normalmente estão substancialmente afastadas dos locais onde possam haver pessoas.

Isto se verifica mesmo em comparação com as normas mais restritivas, indicando então que estas podem ser adotadas sem inviabilizar a operação dos sistemas. Desta forma são resguardados os requisitos de adequada cobertura e qualidade de sinal, e, ao mesmo tempo, são contempladas as preocupações de precaução quanto aos possíveis riscos à saúde devidos às radiações não ionizantes.

Foram também resumidos a simulação da SAR absorvida na cabeça do usuário de telefones móveis (adultos e crianças), dos campos irradiados nas regiões próxima e distante com antenas convencionais e com antenas planares, bem como o projeto, as estimativas teóricas e as medidas em uma antena planar simples em *microstrip*, tipo *patch* retangular, para a faixa de 1,9 GHz. O método FDTD foi utilizado para determinar o diagrama de irradiação no plano horizontal e os

valores dos campos irradiados na região de campo próximo. Observa-se que quando não existe efetivo aterramento do plano de terra (situação análoga à da operação típica de um telefone celular), os resultados para o diagrama de irradiação medidos foram bastante próximos aos simulados usando o método FDTD. Observa-se, p.ex., relação frente – costas da ordem de 10 dB, e abertura de feixe de meia potência da ordem de 150°. Isto resulta numa redução da SAR na cabeça a um valor que pode ser suficiente para o atendimento das normas mais difundidas [ICNIRP, 1995; IEEE, 1991].

É importante ressaltar que os modelamentos (exatos) mostram que por algumas razões os efeitos em crianças e adolescentes podem ser substancialmente mais críticos que em adultos, especialmente porque nas crianças e adolescentes observa-se espessura menor do crânio, atenuando menos a onda antes que atinja o cérebro, maior penetração, uma vez que a onda atinge a regiões mais internas do cérebro. Além disto, nas crianças verifica-se que o metabolismo é mais rápido (as células se reproduzem mais rapidamente, daí quaisquer efeitos danosos devem ser mais críticos). Também, normalmente as recomendações de prudência e cautela são menos consideradas.

As antenas planares, apresentando moderada diretividade, sendo pequenas, compactas, integráveis na caixa do transceptor e de baixo custo, poderão se constituir em alternativa desejada para utilização em futuras gerações de transceptores móveis, com uma melhoria na qualidade do sinal, redução no consumo da bateria, e redução do risco à saúde dos usuários. Isto torna-se importante, especialmente porque as normas internacionais mais difundidas consideram unicamente os efeitos térmicos. Daí, caso os efeitos não térmicos sejam efetivamente reconhecidos, então os limites de exposição deverão se tornar substancialmente mais restritivos, tornando ainda mais recomendável a utilização de antenas diretivas. Isto deverá ser acompanhado de outras providências objetivando a redução dos níveis irradiados na direção da cabeça do usuário, e visando o atendimento ao Princípio da Precaução.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao Paulo Serafini, aos professores Jorge Amoretti Lisboa e Francisco de Assis Tejo, e aos alunos Giovani Bulla e Martin Elbern, por suas importantes colaborações em diferentes etapas deste trabalho.

### REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, *NBR IEC 60601-1-2: Equipamento Eletromédico – Norma Colateral: Compatibilidade Eletromagnética – Prescrições e Ensaios*, Out 1997.
- ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações). *Regulamento sobre Limitação da Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos na faixa de Radiofrequências entre 9 kHz e 300 GHz*. Brasília 2002 Jun 2; anexo à Resolução nº 303.
- Ansoft. *Ensemble: 3D, electromagnetic, Method of Moments simulation tool for high-frequency design*. Available from: [http://www.ansoft.com/news/press\\_release/ensemble\\_sv\\_11\\_00.cfm](http://www.ansoft.com/news/press_release/ensemble_sv_11_00.cfm)
- Balanis C. *Antenna Theory Analysis and Design*. New York: John Wiley & Sons; 1997, ISBN 0-471-59268-4.
- Bérenger JP. Improved PML for the FDTD Solution of Wave-Structure Interaction Problems. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation* 1997 Mar; v. 45, n. 3, p. 466-473.
- Bernardi P, Cavagnaro M, Pisa S and Piuze E. Power absorption and temperature elevation induced in the human head by a dual-band monopole-helix antenna phone. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques* 2001 Dec; v. 49, n. 12, p. 2539-46.
- Bernhart JH. Non-Ionizing Radiation Safety: Radiofrequency Radiation, Electric and Magnetic Fields. *Physics on Medicine and Biology* 1992; v. 37, n. 4, p. 807-844.
- Bronzino JD, ed. *The Biomedical Engineering Handbook*. N. York: CRC Press & IEEE Press; 1995, p.1380-1440.
- Bruntland GH. *WHO's Bruntland Backs Repacholi's EMF Project*. *Em Microwave News*, v. XXII, n. 4, July/August 2002, p. 8.
- CENELEC (Comité Européen de Normalisation en Électronique et en Électrotechnique). *Basic Standard for the Measurement of Specific Absorption Rate Related to Human Exposure to Electromagnetic Fields from Mobile Phones (300 MHz - 3 GHz)*. Brussels: CENELEC 2000 Apr; Rev. Final Draft, TC-211.
- Chung YS, Sarkar TK, Jung BH and Salazar-Palma M., An Unconditionally Stable Scheme for the Finite-Difference Time-Domain Method. *IEEE Trans. on Microwave Theory and Tech.* 2003 Mar; v. 51, n.3, p. 697-704.
- de Pomerai D, Daniells C, David H, Allan J, Duce I, Mutwakil

- M, Thomas D, Sewell P, Tattersall J, Jones D and Candido P. Non-Thermal Heat-Shock Response to Microwaves. *Nature* 2000 May; v. 405, n. 25, p. 417-8.
- de Pomerai D, Daniells C, David H, Allan J, Duce I, Mutwakil M, Thomas D, Sewell P, Tattersall J, Jones D and Candido P. Microwave Radiation Induces a Heat-Shock Response and Enhances Growth in the Nematode *Caenorhabditis Elegans*. *IEEE Trans. on Microwave Theory and Tech.* 2000 Nov; v. 48, n. 11, p. 2076-2081.
- Dimbylow PJ and Gandhi OP. Finite-Difference Time-Domain Calculations of SAR in a Realistic Heterogeneous Model of the Head for Plane-Wave Exposure from 600 MHz to 3 GHz. *Physics in Medicine and Biology*.1991 Aug; v. 36, n. 1, p.1075-89.
- Fernández, C. R. , Bulla, G. , Pedra, A . C. , Salles, A . A . A . , Comparison of Electromagnetic Absorption Characteristics in the Head of Adult and Children for 1800 MHz Mobile Phones, IMOC 2005, Brasilia, DF, 25-29 jul 2005.
- FCC (Federal Communications Commission). OET (Office of Engineering & Technology) Bulletin 65 2001 Jun Available from: [www.fcc.gov/oet/](http://www.fcc.gov/oet/)
- Fischetti M. The Cellular Phone Scare. *IEEE Spectrum* 1993 Jun; v.30 n.6, p. 43-47.
- Friis HT. *A Note on a Simple Transmission Formula* Proceedings of *IRE*, v. 34, May 1946.
- Gandhi, O . P. , G. Lazzi and C.M. Furse, “*Electromagnetic Absorption in the Human Head and Neck for Mobile Telephones at 835 and 1900 MHz*”, *IEEE Trans. on MTT*, vol. 44, No. 10, October 1996, pp.1884-1897
- Garg R, Bhartia P, Bahl I and Ittipiboon A. *Microstrip Antenna Design Handbook*. London: Artech House; 2001, ISBN: 0-890-06513-6
- Grant LJ. *Practical Aspects of Non-Ionizing Radiation Protection*. Leeds, UK: The Hospital ‘Physicists’ Association; 1981.
- Holma H and Toskala A, editors. *WCDMA for UMTS: Radio Access for Third Generation Mobile Communications*. New York: John Wiley & Sons; 2000, ASIN: 0471720518
- ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection). Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields (Up to 300 GHz). *Health Physics* 1998 Apr; v. 74, n. 4, p. 494-522.
- IEEE/ANSI (The Institute of Electrical and Electronics Engineers/American National Standards Institute). *IEEE C95.1-1991: IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz*. New York: The IEEE Inc.; 1992.
- IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers). *IEEE P.1528: IEEE Recommend Practice for Methods for Testing Specific Absorption Rate (SAR) of Wireless Handsets*. New York: The IEEE Inc.; 2001.
- Iskander MF, Yun Z and Quintero-Illera R. Polarization and human body effects on the microwave absorption in a human head exposed to radiation from hand held devices. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques* 2000 Nov; v. 48, n. 11, p. 1979-87.
- Itália 1998 - Ministerio dell’ Ambiente, *Decreto 10 settembre 1998, n° 381 -Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana pubblicato sulla G.U. n° 257, 03 Nov 1998*.
- Jensen MA and Rahmat-Samii Y. EM interaction of handset antennas and a human in personal communications. Proceedings of the IEEE 1995 Jan; v. 83, n. 1, p. 7-17.
- Kaneda N, Deal WR, Qian Y, Waterhouse R and Itoh T. A Broad Band Planar Quasi Yagi Antenna *IEEE Transactions on Antennas and Propagation* 2002 Aug; v. 50, n. 8, p. 1158-60.
- Lazzi G, Furse CM and Gandhi OP. Optimization and Design of Conductivity Profiles for the PML Boundary Condition and Its Application to Bioelectromagnetic Problems. *IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium* 1997 Jul 13-18; Montreal (Canada); v.1 p.486-489
- Liu QH and He JQ. An efficient PSTD Algorithm for Cylindrical Coordinates. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation* 2001 Sept; v. 49, n. 9, p. 1349-51.
- Mur G. Absorbing boundary conditions for the finite-difference approximation of the time-domain electromagnetic field equations. *IEEE Trans. on Electromagnetic Compatibility* 1981 Nov; v.23, n.4, p. 377-382.
- Nakano H, Yasui H and Yamauchi J. Numerical Analysis of Two Arm Spiral Antennas Printed on a Finite Size Dielectric Substrate. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation* 2002 Mar; v. 50, n. 3, p. 362-370.
- NIEHS (National Institute of Environmental Health Sciences) *Environmental Health Perspectives*, 2003 Apr. Available from: [www.ehponline.org](http://www.ehponline.org) (Salford).
- Nielsen J, Pedersen G, Olesen K and Kóvacs I. Statistics of Measured Body Loss for Mobile Phones. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation* 2001 Sept; v. 49, n. 9, p. 1351-3.
- Okoniewski M and Stuchly MA. A study of the handset antenna and human body interaction. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques* 1996 Oct; v. 44, n. 10, p.1855-64.
- Reflex Progress Summary, disponível em [http://www.itis.ethz.ch/downloads/REFLEX\\_ProgressSummary.pdf](http://www.itis.ethz.ch/downloads/REFLEX_ProgressSummary.pdf)
- Romeu J and Soler J. Generalized Sierpinski Fractal Multiband Antenna. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation* 2001 Aug; v. 49, n. 8, p. 1237-9.
- Salles AAA. Efeitos Biológicos dos Telefones Celulares Portáteis. *Revista da Sociedade Brasileira de Telecomunicações* 1996 Dez; v. 11, n. 1, p. 71-80.
- Salles AAA, Lisboa JA, Fernández C e Neves ES. Estimativas Teóricas e medidas dos Campos Irrradiados por Estações Rádio Base. In: Gomes A editor. SBMO2000. Anais do IX Simpósio Brasileiro de Microondas e Optoeletrônica; 2000 Ago 07-11; João Pessoa (PB); 2000: v.1 p.473-477.
- Salles AAA, Fernández C e Bonadiman M. Distância da Antena e Potência Absorvida na Cabeça do Usuário de Telefone Celular Portátil. *Revista da Sociedade Brasileira de Telecomunicações* 2001 Jun; v. 16, n. 1, p. 16-28.
- Salles AAA, Fernández C e Bonadiman M. Simulação do Campo Distante e da SAR na Cabeça do Usuário do Telefone Celular para Antenas Convencionais e Planares. In: Fontana E and de Oliveira AJB, editores. SBMO2002. Anais do X Simpósio Brasileiro de Microondas e Optoeletrônica; 2002 Ago 12-16; Recife (PE); 2002: v.1 p.347-351.
- Salles AAA, Fernández C and Bonadiman M. Far Field, Near Field and SAR Simulation for Cell Phones Operating Close to the Head. In: Fernandes HCC, editors. ITS2002. Proceedings of the IEEE – COMSOC International Telecommunications Symposium; 2002 Sept 8-12; Natal (RN), Brazil; 2002: v.1.
- Stuchly MA. Mobile Communication Systems and Biological Effects on their Users. *The Radio Science Bulletin* 1995 Dec; n. 275, p. 7-13.
- Suíça 1999 - Switzerland Federal Agency for Environment, Forests and Landscape, *Ordinance on Non-Ionizing Radiation Protection n° 814.710*, December 23, 1999, Art. 64.a.p. 14.
- Sullivan D and Young JL. Far Field Time Domain Calculations from Aperture Radiators Using the FDTD Method. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation* 2001 Mar; v. 49, n.3, p. 464-9.
- Taflove A. *Advances in Computational Electrodynamics – the Finite Difference Time Domain Method*. London: Artech

House; 1998, ISBN 0-89006-834-8.

Watanabe S, Taki M, Nojima T and Fujiwara O. Characteristics of the SAR Distributions in a Head Exposed to Electromagnetic Fields Radiated by a Hand-Held Portable Radio. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques 1996 Oct; v. 44, n. 10, p. 1874-83.

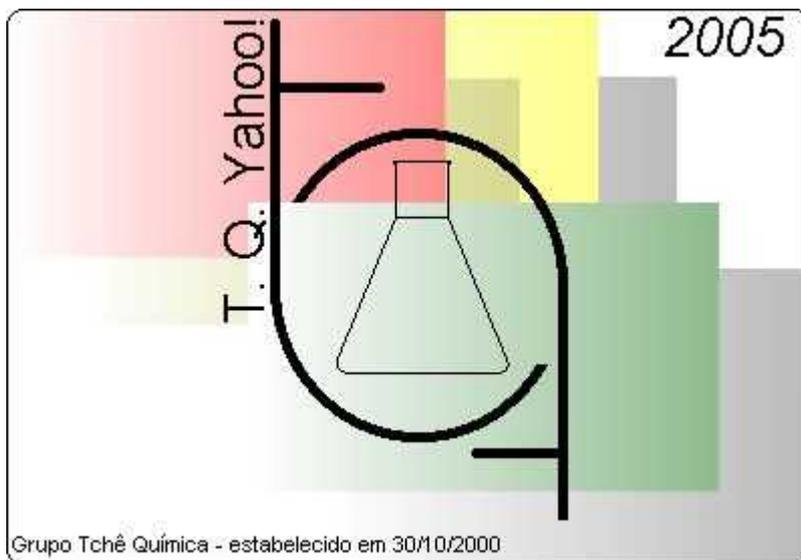
WHO (World Health Organization). *Electromagnetic Fields*.

Available from: <http://www.who.int/peh-emf/en/index.html>

WHO (World Health Organization). *Application of the*

*Precautionary Principle to EMF*. European Commission Meeting. 2003 Fev 24-26, Luxemburg Available from: <http://www.who.int/peh-emf/meetings/archive/en/> , também em: Microwave News, v. XXIII, n. 2, March/April 2003, p. 1.

Yang F, Zhang XX, Ye X and Rahmat-Samii Y. Wide Band E-Shaped Patch Antennas for Wireless Communications. IEEE Transactions on Antennas and Propagation 2001 Jul; v. 49, n. 7, p. 1094-1100.



Visite nosso Yahoo Group em:  
<http://br.groups.yahoo.com/group/tchequimica/>

## *Novidade para próxima edição*

*O Grupo Tchê Química está abrindo uma seção de cartas na revista. Então, se você quiser comentar algum artigo, fazer alguma sugestão ou reclamação, por favor escreva para o seguinte endereço: [tchequimica@tchequimica.com](mailto:tchequimica@tchequimica.com) e no campo assunto da mensagem coloque o título de “carta para revista”.*

## Notas rápidas

↑ Em ALTA



Pesquisadores de Santo André, SP, produziram Biodiesel com recursos próprios a partir do óleo de Mamona utilizando a rota de transesterificação alcalina e KOH como catalisador. O KOH é um catalisador menos potente que o NaOH, porém, por ser um macronutriente, os seus resíduos, após tratamento, podem se tornar excelentes fertilizantes para o solo.

Parabéns ao Felipe e ao Valmir (em pé, da esquerda para a direita) e ao Celso e à Cristiane (sentados).

Para maiores informações escreva para Valmir Girão, em: [valmirgirao@pqu.com.br](mailto:valmirgirao@pqu.com.br).

↑ Em ALTA



A Universidade Federal de Lavras e a Prefeitura Municipal de Varginha – MG, organizaram o *II Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel*.

Aos colegas que não participaram este ano fiquem atentos, pois em 2006 ocorrerá a 3ª edição do congresso. Excelente local para troca de idéias e tecnologias.

<http://www.ufla.br/>



↑ Comunicação utilizando VoIP. Diga adeus às contas telefônicas. Para saber mais visite o

site do Skype ou do FireFly.



O livro **Eletrodialise: uma tecnologia limpa no tratamento de efluentes** tem o intuito de levar a público a técnica de eletrodialise como uma alternativa de processo de tratamento de efluentes líquidos. Apesar de não ser recente, este procedimento não há muito é utilizado com esta finalidade.

Esta técnica traz diversas vantagens sobre outros processos de tratamento de efluentes. Entre eles, os mais expressivos são a possibilidade de trabalharem de forma contínua, o fato de dispensarem a adição de reagentes químicos, a não geração de resíduos e a fato de poder trabalhar em circuito fechado, reaproveitando a água tratada.

As necessidades atuais de novas tecnologias de tratamento de resíduos serem adotadas urgem diante das atrocidades ambientais que hoje se fazem tão presente em nosso cotidiano. A mudança da cultura imediatista que visa o lucro instantâneo para uma visão mais ampla, que trabalhe preservando o ambiente, se faz presente, e as empresas que não se adequarem sucumbirão frente às exigências do mercado. Assim, surge a eletrodialise como uma alternativa de tecnologia limpa no tratamento de resíduos líquidos, e assim surge o livro

Eletrodialise: uma tecnologia limpa no tratamento de efluentes líquidos ([www.eletrodialise.cjb.net](http://www.eletrodialise.cjb.net)).

Daniel Arsand  
O autor

**POLARIZABILIDADES ESTÁTICAS E DINÂMICAS EM TRANSIÇÕES  
HIPERSENSITIVAS NOS COMPOSTOS Nd(pic)<sub>3</sub>.3(tmsO) E Nd(pic)<sub>3</sub>.2(rac-besm) EM  
SOLUÇÕES DE ACETONITRILA E NITROMETANO**

Francisco José Santos Lima<sup>1</sup> e Marcos Antônio Andrade da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra  
Cep 59072-970, CP 1662, e-mail: limafjs@yahoo.com

<sup>2</sup>Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências Exatas e da Natureza  
Cep:58051-900; CP 5093; e-mail: maas@quimica.ufpb.br

**ABSTRACT**

*In this work the electronic polarizability of the Nd<sup>3+</sup> ion in the Nd(pic)<sub>3</sub>.3(tmsO) and Nd(pic)<sub>3</sub>.2(rac-besm) compounds were appraised in acetonitrile and nitromethane solutions. Then they were compared with the  $\beta$ ,  $\delta$ , and  $b^{1/2}$  bonding optical parameters in solution. The program WebLab ViewerPro was applied for the construction of the molecular model of these compounds and the obtained experimental data was interpreted. It was observed a strait relationship among the character of the metal-ligand connection, the electronic polarizability and the steric effects, in the studied compounds.*

**RESUMO**

*Neste trabalho foram avaliadas as polarizabilidades eletrônicas do íon Nd<sup>3+</sup> nos compostos Nd(pic)<sub>3</sub>.3(tmsO) e Nd(pic)<sub>3</sub>.2(rac-besm) em soluções de acetonitrila e nitrometano e comparadas com os parâmetros ópticos de ligação  $\beta$ ,  $\delta$  e  $b^{1/2}$  em solução. Aplicamos o programa WebLab ViewerPro para a elaboração da modelagem molecular desses compostos, bem como interpretamos seus dados para ressaltar a observação experimental. Observamos que existe um estreito relacionamento entre o caráter da ligação metal-ligante, a polarizabilidade eletrônica e os efeitos estéricos, nos complexos estudados.*

**INTRODUÇÃO**

Das propriedades elétricas dinâmicas de átomos e moléculas, as duas mais importantes e de impacto nas propriedades físicas e químicas, que têm implicações no comportamento estrutural, espectral e fotoquímico de uma espécie ou de um sistema, são: i) o momento de dipolo induzido e ii) a polarizabilidade eletrônica. O primeiro quantifica a deslocalização de carga, em relação a um estado (no caso mais simples), não perturbado, quando da interação de campo eletromagnético constante ou variável. O segundo permite avaliar a facilidade espacial com a qual esta deslocalização ocorre frente ao efeito causador da perturbação, sendo afetado pelas interações físicas e/ou químicas do próprio sistema [LIMA, 1999].

A polarizabilidade eletrônica é a deformação da nuvem eletrônica quando a radiação

eletromagnética interage com uma espécie química opticamente ativa e promove uma transição de um estado menos excitado para um mais excitado, no fenômeno da absorção de fótons. A Figura 01 ilustra o fenômeno da expansão da nuvem eletrônica idealizado.

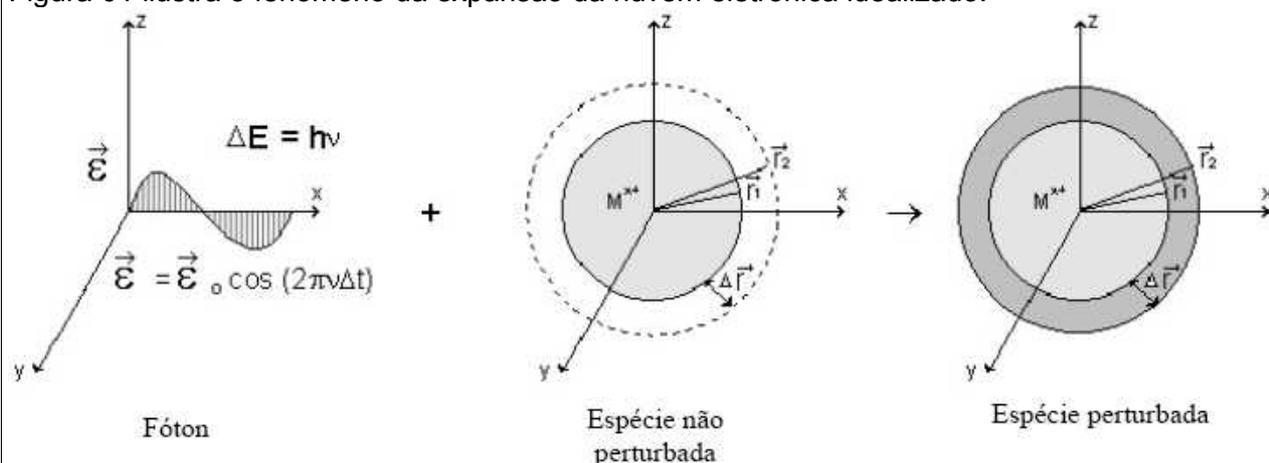


Figura 01 - Ilustração da interação da radiação eletromagnética com uma espécie, na expansão da nuvem eletrônica causando a distorção esférica de configuração (por aproximação para um fenômeno isotrópico), no fenômeno da polarizabilidade eletrônica [LIMA,1999].

Uma análise detalhada deste efeito, pode levar a um conhecimento mais elaborado da natureza fotoquímica dos sistemas que interagem com a luz e à partir destes, modificar suas propriedades aplicativas peculiares, manipulando a química do sistema [LIMA, 1998a; LIMA, 1998b].

Os efeitos da polarizabilidade eletrônica podem ser avaliados a partir da expressão [LIMA, 1999; LIMA, 1998a; LIMA, 1998b].

$$\alpha = \frac{e^2}{4\pi^2 M_e} \sum \frac{P_{ok}(1-k^2)}{v_{ok}^2(1-k^2)^2 + 4v'^2 k^2}$$

onde  $e$  e  $M_e$  são carga e massa do elétron respectivamente,  $P_{ok}$  a força do oscilador referente a transição especificada,  $v_{ok}$  o baricentro da frequência de transição,  $k$  é uma variável perturbacional associada aos efeitos do campo eletromagnético variável e  $v'$  a frequência associada aos efeitos dissipativos com o meio não elétrico da matéria.

#### PROPRIEDADES ESPECTRAIS DO ÍON $Nd^{3+}$

O íon  $Nd^{3+}$  ( $4f^3$ ), possui 41 níveis de energia e seus espectros tanto em cristais como em solução apresentam muitas bandas devido as transições do nível fundamental  $^4I_{9/2}$  para os níveis

excitados da configuração. A transição  $^4I_{9/2} \rightarrow ^4G_{5/2}$  está localizada na região visível ( $\sim 17500 \text{ cm}^{-1}$ ) e é hipersensitiva. Ocorre outra transição para o nível  $^2G_{7/2}$ , menos intensa próxima a esta que se sobrepõe ( $\sim 17460 \text{ cm}^{-1}$ ). A intensidade das transições  $^4I_{9/2} \rightarrow ^4G_{5/2}$ ,  $^2G_{7/2}$  além de fornecer informações relativas a natureza da ligação e parâmetros espectrais como força do oscilador e polarizabilidades eletrônicas, tem sido também comumente usada na determinação da composição e das constantes de estabilidade de complexos de neodímio através de vários métodos espectrofotométricos [YATSIMIRSKII, 1979]. Em nossos trabalhos temos usado esta transição para avaliarmos a influência dos grupos ligantes e da geometria da molécula na deformação da nuvem  $4f^3$  quando ocorre esta transição.

## EXPERIMENTAL

Avaliamos neste trabalho, a deformação da nuvem eletrônica nos compostos estudados por Andrade da Silva [ANDRADE DA SILVA, 1991; ANDRADE DA SILVA, 1996] em sua dissertação de mestrado e em sua tese de doutorado, para a transição hipersensitiva  $^4I_{9/2} \rightarrow ^4G_{5/2}$ ,  $^2G_{7/2}$  no íon  $\text{Nd}^{3+}$ , influenciada pelo campo ligante dos ânions picratos e dos ligantes neutros rac-besm (rac-bis-etilsulfonil-metano) e tmsso (tetrametilenosulfóxido) em dois solventes diferentes. Usamos um programa POLAZ-F para avaliar as magnitudes das deformações de configuração do íon  $\text{Nd}^{3+}$ , à partir da força do oscilador e do baricentro das transições experimentais. Através do programa WebLab ViewerPro 3.12, executamos a modelagem molecular para o ânion picrato, os ligantes neutros tmsso e rac-besm e os complexos  $\text{Ndpic}_3 \cdot 3\text{tmsso}$  e  $\text{Ndpic}_3 \cdot 2\text{rac-besm}$ . As figuras 01, 02, 03 e 04 ilustram os modelos sugeridos para os ligantes estudados e os complexos, no qual usamos os dados de estequiometria, difração de raios-x, condutância molar e espectroscópicos discutidos no trabalho de Andrade da Silva<sup>[03a, 03b]</sup>. As tabelas 01 e 02 mostram as magnitudes das polarizabilidades nestes compostos. As figuras 02 e 03 ilustram o perfil da curva de polarizabilidades estática e dinâmicas do íon  $\text{Nd}^{3+}$  nestes compostos. Calculamos os parâmetros ópticos de ligação para as soluções de neodímio relativo ao íon aquoso  $\text{Nd}^{3+}$  e correlacionamos com os valores de polarizabilidades obtidos. A Tabela 03 e a Figura 04 mostram as magnitudes dos parâmetros ópticos e o comportamento das polarizabilidades estáticas relativas aos parâmetros ópticos obtidos em solução.

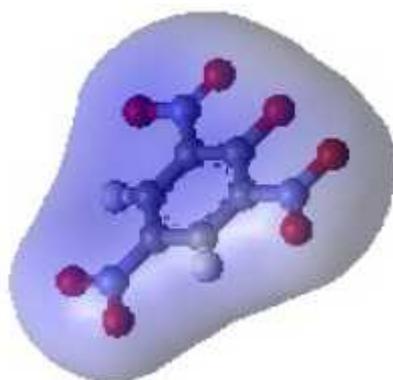


Figura 01 – Modelagem para o ânion picrato. Está mostrada também a curva de potencial eletrostático para a espécie.

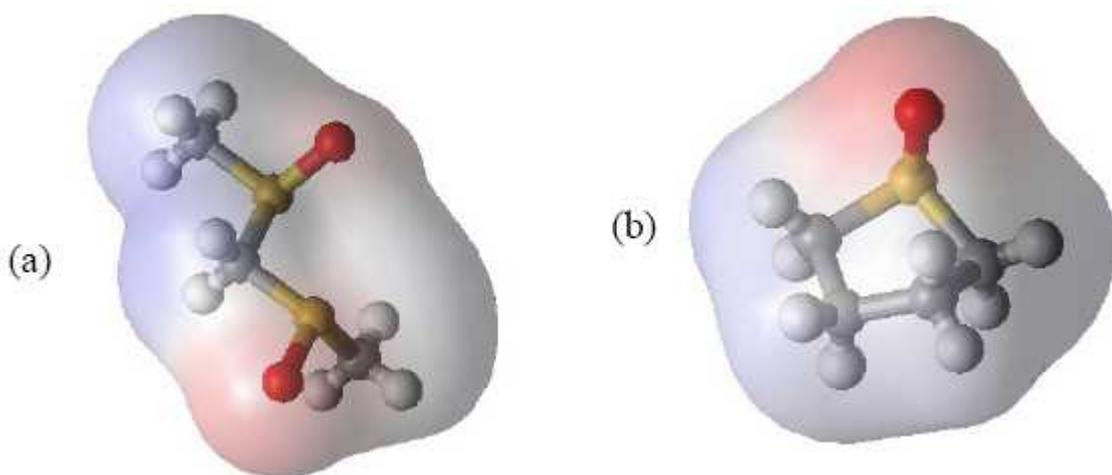


Figura 02 – Modelagem para os ligantes (a) rac-bis(etilsulfinil)metano (rac-besm) e (b) tetrametilenosulfóxido (tms). Estão mostradas também as curvas de potencial eletrostático.

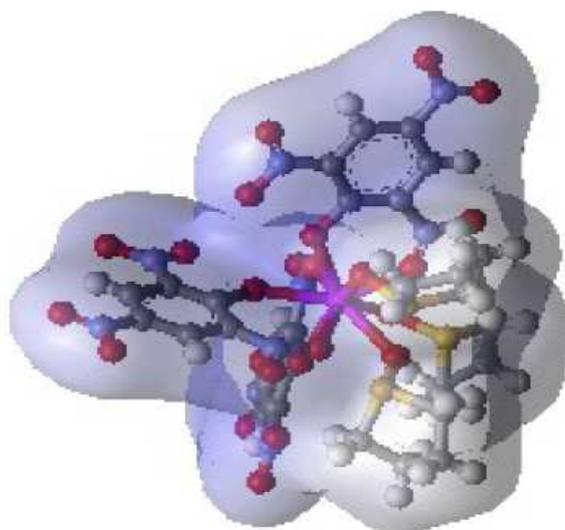


Figura 03 – Modelagem proposta para o complexo Ndpic<sub>3</sub>.3tmsO. Tem-se três picratos bidentados (pelo oxigênio fenólico e por um grupo nitro) e os três ligantes tmsO estão monodentados pelo grupo S-O. A superfície de potencial eletrostático também está mostrada.

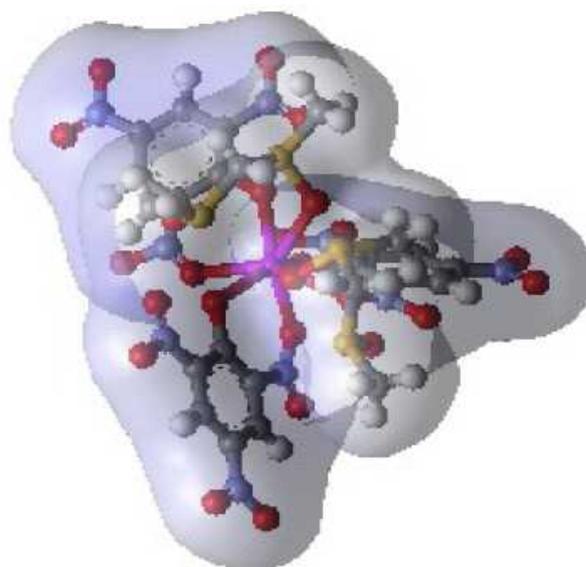


Figura 04 – Modelagem proposta para o complexo Ndpic<sub>3</sub>.2rac-besm. Tem-se três íons picratos bidentados (pelo oxigênio fenólico e por um grupo nitro) e dois ligantes rac-besm monodentados pelo grupo S-O. A superfície de potencial eletrostático também está mostrada.

## RESULTADOS

As magnitudes das polarizabilidades estáticas foram da ordem de  $10^{-27} \text{ stc}^2 \text{ s}^2 \text{ g}^{-1}$  ou  $\text{cm}^3$  (Tabela 01 e Figura 03) como tem sido relatado pela literatura [LIMA, 1999; LIMA, 1998a; LIMA, 1998b]. As polarizabilidades dinâmicas máxima, mínima e fora de fase também foram obtidas dentro do esperado, da ordem de  $10^{-20} \text{ stc}^2 \text{ s}^2 \text{ g}^{-1}$  ou  $\text{cm}^3$  (Tabela 02).

Tabela 01 - Força do oscilador, frequência de transição, e polarizabilidades estáticas dos compostos estudados.

Composto	S	$P_{ok} \times 10^{-6}$ (adim)	$\nu_{ok} \times 10^{14}$ (Hz)	$\alpha_{est}$ $\times 10^{-27}$
Nd(pic) <sub>3</sub> .2(rac-besm)	N	64,3	5,138	1,567
Nd(pic) <sub>3</sub> .3(tmso)	N	54,5	5,136	1,327
Nd(pic) <sub>3</sub> .2(rac-besm)	A	56,4	5,138	1,374
Nd(pic) <sub>3</sub> .3(tmso)	A	54,8	5,136	1,334

S - Solvente: N = Nitrometano; A= Acetonitrila;  $\alpha(\text{stc}^2 \text{ s}^2 \text{ g}^{-1}$  ou  $\text{cm}^3)$

Tabela 02 - Polarizabilidades dinâmicas máxima, mínima e fora de fase dos compostos estudados.

Composto	S	$\alpha_{máx}$ $\times 10^{-20}$	$\alpha_{mín}$ $\times 10^{-20}$	$\alpha$ $\times 10^{-20}$
Nd(pic) <sub>3</sub> .2(rac-besm)	N	3,863	-3,861	7,735
Nd(pic) <sub>3</sub> .3(tmso)	N	3,274	-3,269	6,548
Nd(pic) <sub>3</sub> .2(rac-besm)	A	3,388	-3,387	6,785
Nd(pic) <sub>3</sub> .3(tmso)	A	3,292	-3,287	6,584

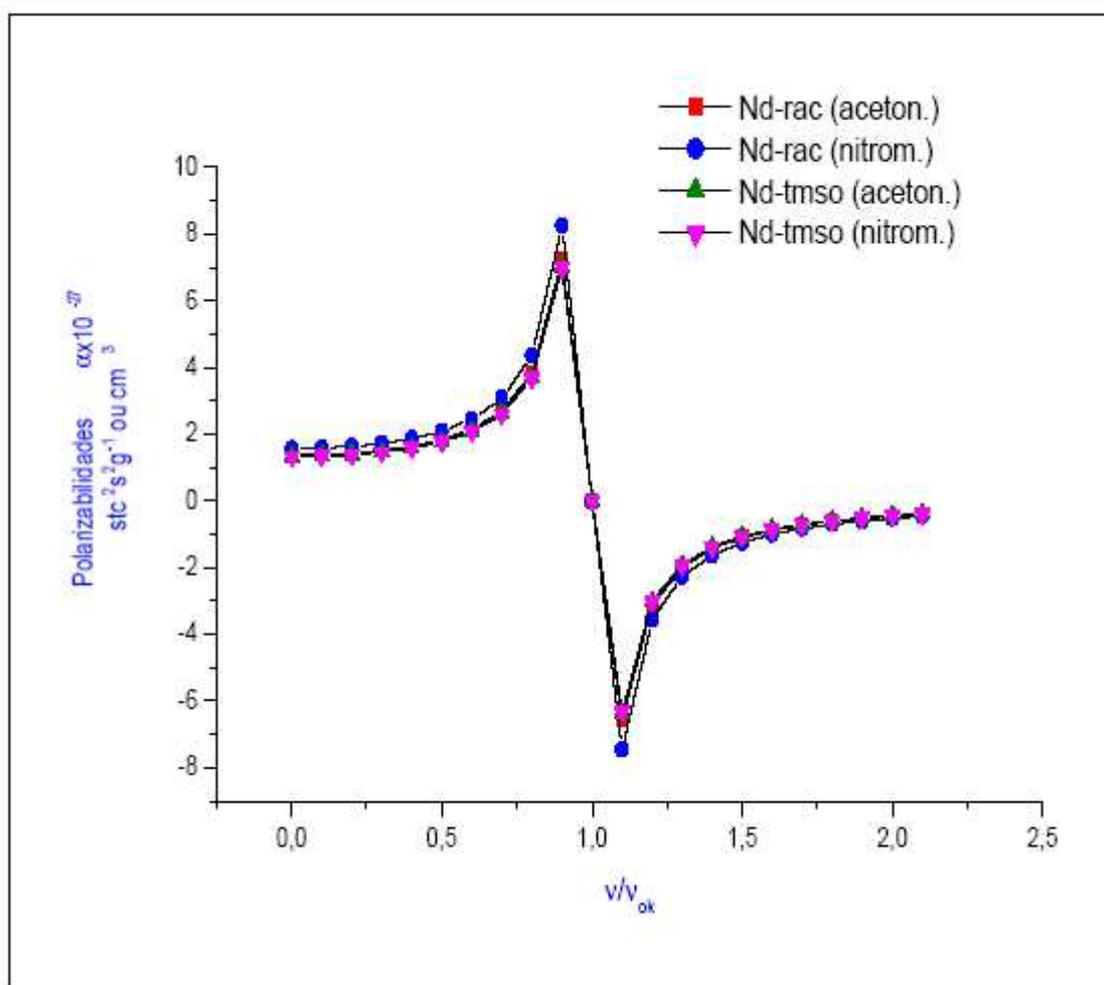


Figura 05 - Polarizabilidades eletrônicas da transição hipersensitiva  ${}^4I_{9/2} \rightarrow {}^4G_{5/2}, {}^2G_{7/2}$  (560 - 610 nm) no íon  $Nd^{3+}$  em quatro diferentes ambientes químicos.

Os parâmetros ópticos de ligação mostraram que os compostos apresentam em suas ligações um valor predominantemente iônico com menos de 1,00 % de caráter covalente e o envolvimento dos orbitais 4f do metal com os orbitais do ligante é muito pequeno, sendo a função de onda dos compostos em valores médios, aproximada para  $\langle \Phi_{4f} | = 0,995 \psi_{4f} - 0,069 \langle \Phi_{Ligs.} |$  [HENRIE, 1968; WONG, 1963] (Tabela 03). A Figura 03 ilustra a correlação das polarizabilidades estáticas versus o montante dos orbitais 4f do metal que não se encontram envolvidos em uma ligação do tipo covalente.

Tabela 03 - Parâmetros ópticos de ligação para a transição  $^4I_{9/2} \rightarrow ^4G_{5/2}, ^2G_{7/2}$  (560 - 610 nm) no íon  $Nd^{3+}$ .

Composto		$\bar{\nu}_{ok}$ $cm^{-1}$	$\beta$	$\delta$ (%)	$b^{1/2}$	$(1-b)^{1/2}$
Nd(pic) <sub>3</sub> .2(rac-besm)	N	17138	0,99064	0,94484	0,068410	0,99532
Nd(pic) <sub>3</sub> .3(tmso)	N	17133	0,99035	0,97440	0,069462	0,99517
Nd(pic) <sub>3</sub> .2(rac-besm)	A	17138	0,99064	0,94484	0,068410	0,99532
Nd(pic) <sub>3</sub> .3(tmso)	A	17133	0,99035	0,97440	0,069462	0,99517

$Nd^{3+}_{(aq)} = 17.300 \text{ cm}^{-1}$  [YATSIMIRSKII, 1979].

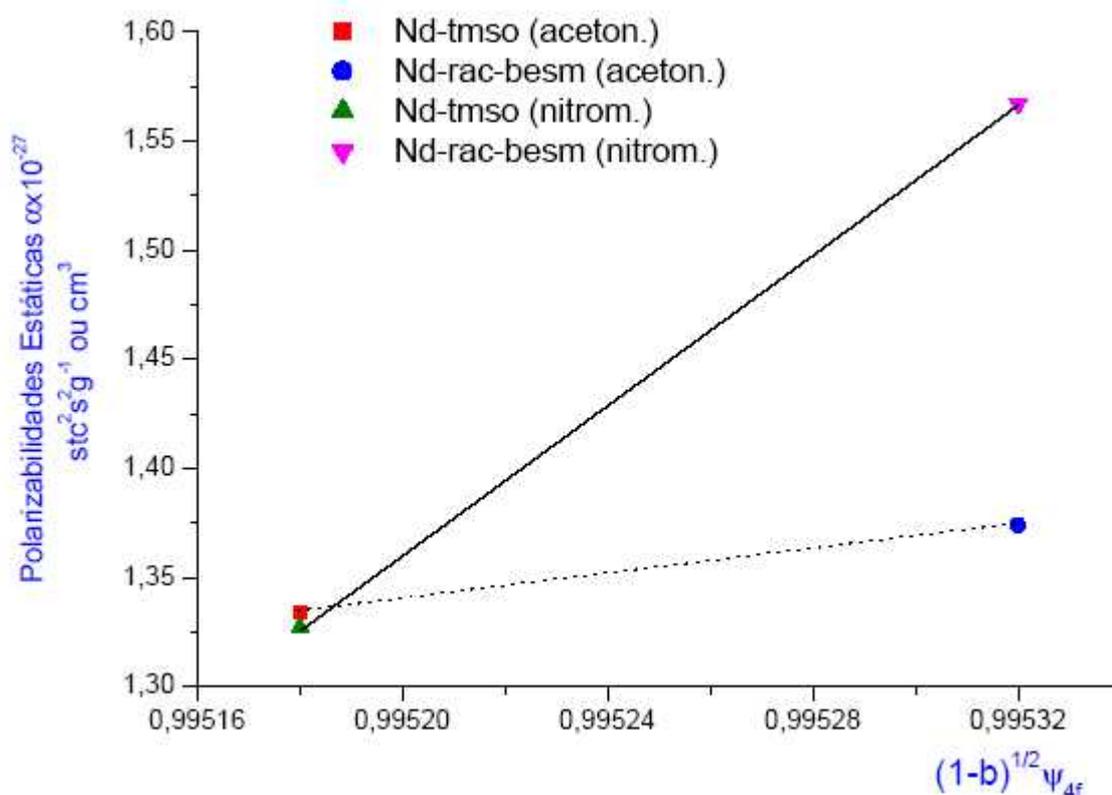


Figura 06 - Polarizabilidades estáticas versus  $(1-b)^{1/2}\psi_{4f}$ , o montante dos orbitais 4f que não se encontram envolvidos em uma ligação química do tipo covalente.

## DISCUSSÕES

Observamos (Figura 03), que o efeito criado pelos ligantes rac-besm e tmso, são próximos, porém maiores valores de polarizabilidades foram obtidos para o composto de Nd(pic)<sub>3</sub>.2(rac-besm) em nitrometano, seguido pelos Nd(pic)<sub>3</sub>.2(rac-besm) em acetonitrila, Nd(pic)<sub>3</sub>.3(tmso) em acetonitrila e Nd(pic)<sub>3</sub>.3(tmso) em nitrometano. O ligante rac-besm, que apresentou maior caráter iônico em suas ligações com o cátion metálico, proporcionou uma maior distorção na nuvem eletrônica do íon neodímio em ambos os solventes (Figura 03),

especialmente para o solvente nitrometano (DN = 2,7, DN = "donor number") que oferece menores repulsões intereletrônicas e menor capacidade de coordenação do que o solvente acetonitrila (DN = 14,1), possibilitando assim de certa forma, uma distorção mais pronunciada do elétron  $4f^3$  na nuvem eletrônica do cátion metálico no complexo, possivelmente devido o elétron se encontrar mais livre nesta ligação do tipo caráter covalente menos pronunciado do que em uma ligação de caráter covalente maior, onde existe um aprisionamento do elétron mais eficaz e localizado. Entendemos que nestes sistemas, o fato do elétron  $4f^3$  não está envolvido em uma ligação de caráter mais covalente, permitiu uma maior mobilidade, facilitando a expansão da nuvem eletrônica, ao contrário do íon neodímio com o ligante tmso que se apresentou, relativamente, um pouco mais covalente. O íon neodímio com o ligante tmso não apresentou aumento significativo em quaisquer dos dois solventes. Apenas em acetonitrila, a polarizabilidade foi um pouco maior que o nitrometano ( $1,334 \times 10^{-27}$  e  $1,327 \times 10^{-27}$  cm<sup>3</sup> respectivamente), provavelmente devido ao maior DN deste solvente. Uma conclusão interessante nestes sistemas pode ser observada a partir da Figura 04. Qualquer tentativa de efeito coordenante induzida pelo solvente em um sistema de ligações com predominância eletrostática, limita a expansão da nuvem do sistema Nd<sup>3+</sup>, provocando menores valores de polarizabilidades eletrônicas. Isto pode ser observado comparando-se o comportamento para o complexo Nd(pic)<sub>3</sub>.2(rac-besm) em acetonitrila e nitrometano. Entendemos que a mudança de orbitais envolvidos na interação metal-ligante (neste caso solvente), influencia no mecanismo das transições, intensificando ou diminuindo sua probabilidade, favorecendo a uma maior ou menor deformação na nuvem eletrônica, quando a radiação interage com os sistemas moleculares.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo suporte financeiro.

## REFERÊNCIAS

- 01) ANDRADE DA SILVA, M. A., 1991 - Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Química da USP, orientada pela Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Léa Barbieri Zinner
- 02) ANDRADE DA SILVA, M. A., 1996 - Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Química da USP, orientada pela Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Léa Barbieri Zinner.
- 03) HENRIE, D. E. and Chopin, G. R. , 1968 - Environmental Effects on f-f Transitions II - Hypersensitivity in Some Complexes of Trivalent Neodymium - J. Chem Phys., 49, 477-81.
- 04) LIMA, F. J. S., 1999 - A Contribuição Clássica do Eletromagnetismo à Polarizabilidade Eletrônica. (de uma Concepção Imaginária à Adaptação Real), e referências - Não publicado
- 05) LIMA, F. J. S., Silva, A. G., Espínola, J. G. P., Oliveira, S. F. e Teotonio, E. E. S., 1998a - Ann. Assoc. Bras. Quím. 47; (2); 158-163
- 06) LIMA, F. J. S., Silva, A. G., Assis, E. F., 1998b - Static And Dynamic Polarizability In Hypersensitive Transitions On Lanthanide Picrate Compounds - Ann. Assoc. Bras. Quím. 47; (2); 164-169.
- 07) WONG et al. 1963 - J. Chem. Phys., 38, 786.
- 08) YATSIMIRSKII, K. B. and Davidenko, N. K. 1979 - Absorption Spectra and Structure of Lanthanide Coordination Compounds in Solution - Coordination Chemistry Review

## ON THE TIME REVERSION IN FEYNMAN'S QED

by

Wladimir Guglinski  
(wladimircuglinski@hotmail.com)

May 30 2005

### ABSTRACT

*Feynman's Quantum Electrodynamics was developed by considering the reversion in time, which means that there is a violation in the causality: something in the future yields a happening in the past.*

*Here we show that the paradox exists when one tries to understand the electron's motion through a classical trajectory. However, by considering that the electron actually moves through a helical trajectory, the success of Feynman's theory can be explained without considering the reversion in time.*

### 1. THEORETICAL ADVANTAGES OF THE HELICAL TRAJECTORY (HT)

The HT of the elementary particles was proposed by Natarajan<sup>[1]</sup>. From the several advantages that the HT brings to Theoretical Physics, it can be mentioned the following ones:

- A) The authors Lindsay and Margenau in the page 353 of their book<sup>[2]</sup> comment the velocity of an electron according to the equation  $V = c^2/v$ , obtained by applying the de Broglie's postulate: "*In the inertial system with respect to which it is moving with constant velocity the electron appears as a progressive wave. The wave velocity can clearly never be less than  $c$  since  $v \leq c$ . This might seem to contradict the fundamental result of special relativity in accordance to which  $c$  is the maximum possible velocity for the propagation of physical effects. [...]. The exact picture is still in question, or perhaps one should say that there is now grave doubt whether such a pictorial representation is at all satisfactory. Nevertheless the de Broglie idea initiated wave mechanics*". From their words we realize that the incompatibility between the Relativity and Quantum Mechanics lies in the de Broglie's postulate. So, if there is theoretical possibility of eliminating the incompatibility through a new theory that replaces the de Broglie postulate by the HT, of course that the theorists cannot neglect such a possibility: they have the duty to investigate it.
- B) In another author's paper<sup>[3]</sup> it is shown that a theory developed from de Broglie's postulate is unable to explain a new version of the Michelson-Morley experiment conceived by the author, in which the light is replaced by a flux of protons and the interferometer is replaced by a crystal. This new version of the Michelson-Morley experiment can be explained only if we consider that the protons move through a helical trajectory.
- C) In the author's paper<sup>[4]</sup> on the photon's model it is shown that Maxwell's Equation can be obtained from a model of photon where two particles move through the helical trajectory.
- D) In 1964, Christenson and collaborators discovered that the system ( $K^0$ ,  $\bar{K}^0$ ) sometimes is responsible by a process interpreted as a "*temporal reversion*". In the author's paper<sup>[5]</sup> proposing a new model of neutron it is shown that the interpretation by a temporal reversion can be avoided when we consider the spin-fusion mechanism, which is a property of the particles that move through the helical trajectory, as proposed in another author's paper<sup>[6]</sup>. Obviously a new interpretation that eliminates a time reversion hypothesis cannot be neglected, by considering that it is absurd to suppose that the Nature operates through the temporal reversion.
- E) The belief on the existence of non-local interactions (according to Quantum Mechanics) comes from the interpretation on the Allan Aspect experiment based upon the Bell's Theorem. However the validity of such theorem lies on the following premise: that de Broglie's postulate reflects indeed a fundamental property of the matter (the duality wave-particle). But since from several theoretical evidences we conclude that Broglie's postulate lead us to problems without solution, and remembering that we can consider the duality wave-particle as a property of the HT, then we could not take the Bell's Theorem as the point of departure for proposing that non-local interactions exist in the Nature. In a paper<sup>[7]</sup> on the EPR paradox a new interpretation (based on local interactions) is proposed for explaining the Allan Aspect experiment, taking in consideration the model of

photon<sup>[4]</sup> proposed by the author.

F) Among the several successes obtained by Bohr with his hydrogen model, perhaps the most striking is the calculation of the Rydberg's constant. From the theoretical calculation Bohr has obtained  $R_H=10.968.100m^{-1}$ , while from the experiments the constant obtained is  $R_H=10.967.757,6\pm 1,2m^{-1}$ . Considered from the viewpoint of the probability, it is impossible that Bohr's successes are merely accidental (such a hypothesis is against the laws of probability).

In another paper<sup>[8]</sup>, by proposing a new hydrogen model where a corpuscular electron moves through HT about the proton, the author shows not only that Bohr's successes are **not** accidental, but it is even shown that Bohr's model can be conciliated with Schroedinger's Equation, a theoretical task that it is possible by considering the electron's motion through the HT within the electrosphere. So, one of the greatest mysteries of Physics - the success of Bohr's model - is demystified thanks to the HT.

From those several advantages of the HT one realizes that its contribution to Theoretical Physics must be considered seriously. And here it is shown one more advantage: from the electron's HT it is possible to eliminate the time reversion in Feynman's Quantum Electrodynamics. Considering that the time reversion is the most unacceptable paradox of QM, the author hopes that the advantages of the HT will be taken in consideration by the scientific community starting from now.

## 2. FEYNMANN'S STARTING POINT

According to the classical electromagnetism, the force exercised by a load over another one is transmitted by the way of an electromagnetic field: the load generates a field that actuates on the other one. As the field propagates with the speed  $c$  of light, the first load influences on the second after a time: such delay is the time  $t$  that the field spends to peruse the distance  $L$  between the two loads ( $t = L/c$ ).

Feynman started to develop his theory from the assumption that the force of interaction between two electrons is not due to a field. The interaction is an "action at distance" between the loads, which is felt by the second load after a time  $t=L/c$  predicted in the classical electromagnetism. Let us see how he introduced the time reversion in his theory.

Maxwell's Equations, symmetrical with regard to the time, admit two sort of solutions. The first ones correspond to the waves that leave away the source by wasting a time (in our common sense about time). They are called "retarded", because they arrive to the receptor after a delay, since they peruse the space with the speed of light. The second solutions, not considered commonly because they make no sense (the effect happens before the cause) correspond to waves that converge to the source and do again the course of time with the speed of light. They are called "advanced", because they arrive to the receptor **before** their departure from the source (they leave out the source in the future, go back in the time, and arrive to the receptor in the past time).

Feynman's theory considers that the receptor receives in a present instant these advanced waves (emitted by the source in an instant of the future). So, in his theory the interaction between the source and the receptor combines two sort of waves: the retarded waves received by the receptor **after** their emission by the source, and the advanced waves received by the receptor **before** their emission by the source. Feynman determined that such combination is formed by 50% of retarded waves and 50% of advanced waves.

The Fig. 1 illustrates the combination of retarded and advanced waves according to Feynman's hypothesis: a load with motion (source) induces an electromagnetic field. The action of this electromagnetic field over another load (receptor) is described by the Maxwell's Equations. As they are symmetrical with regard to the time, their solutions are of two kind: the retarded and the advanced waves received by the receptor. So, looking at the Fig. 1, in the present instant  $t$  the receptor receives:

a) the retarded waves emitted by the source in the past time  $t' = t - L'/c$  (1)

b) and it also receives the waves that **shall** be emitted in the future time  $t'' = t + L''/c$  (2)

As  $t''$  is the future with regard to the present time  $t$ , of course that such a theory defies the

logic, since the receptor receives the advanced wave before its emission by the source (such advanced wave goes back in the time: after leaving out the source in the future time  $t''$ , it arrives to the receptor in the present time  $t$ ). But the experiments have corroborated the calculations obtained from Feynman's theory.

### 3. PROPERTIES OF THE HELICAL TRAJECTORY (HT)

- 1) The HT appears in the Dirac's theory of the electron. In their book<sup>[2]</sup> Lindsay and Margenau say in the page 508: "*The only possible resolution of this apparent paradox is to assume that the electron performs, in a classical sense, a rapidly periodic movement with the speed of light, while it progresses uniformly along  $x$  in conformity with (12). Schrodinger was the first to point out this peculiar trembling motion; its actual significance is not clearly understood*".
- 2) According to Natarajan's proposal, "*When we consider a particle at rest in the laboratory frame, it has no external motion ( $v_{CX} = 0$ ). The internal velocity, however, is given by  $v_{IN} = c$  (Postulate 4). On the other hand, if the particle is observed to be moving with a uniform velocity  $v$  in the laboratory ( $v_{CX} = v$ ), then  $v_{IN}$  should be  $v_{IN} = (c^2 - v^2)^{1/2}$  so that the result of these two velocities is still  $c$  (Postulate 3 and 4).*"

If we consider the hypothesis that an electron can lose its HT (in some kind of interactions) along a very short time, in order that during a fraction of second its trajectory becomes rectilinear, then in this case from Natarajan's postulates 3 and 4 we conclude that along such short rectilinear motion the electron peruses it with the speed  $c$  of light.

### 4. NEW HYPOTHESIS FOR FEYNMAN'S PARADOX

The electron (source) in the Fig. 2 comes from the left moving through HT, with speed  $v$ . In the point A it emits a wave. Such emission yields an internal disturbing in the resultant of forces that keep the electron moving with circular motion transversally to the line center of the HT. As consequence, the electron does not move through HT after emitting the wave: it gets a classical rectilinear motion. The Fig. 3, where  $c' = (c^2 - v^2)^{1/2}$ , shows the composition of the velocities from the point A to B, and it is seen that the electron peruses the distance AB with the speed  $c$  of light.

Let us continue to describe what happens in the Fig. 2. In the point B the electron emits another wave, and after that it moves from B to C keeping the classical trajectory. In the point C it retrieves its circular motion about the line center of the HT, and so it goes from C to D with speed  $v'$  ( $v' < v$  because the electron has emitted two waves, one in the point A and another in the point B).

In the point D the electron emits another wave, it loses again its circular motion about the line center of the HT, and so it goes with speed  $c$  from D to E, where it emits another wave, and after that it peruses the distance EF with speed  $c$ . In the point F it retrieves again its HT, and moves from F to G with speed  $v''$  ( $v'' < v'$ ), and so on.

Let us analyze the interaction between the source and the receptor, according to the Fig. 2.

The first wave is emitted in the point A in the time  $t' = t - L/c$ , and it arrives to the point R (receptor) in the time  $t$ . The second wave is emitted in the point B. But since the electron already has perused the distance AB with the speed of light, then the second wave also arrives to the point R in the time  $t$  (together with the first wave, because the distance ABR is perused with the speed of light: AB is perused by the electron with speed  $c$ , and BR is perused with speed  $c$  by the second wave). Therefore the both trajectories AB and ABR are perused with the speed of light, and therefore the two waves arrive to the receptor together.

Of course that the influence of the two waves on the receptor is the same, the reason why in his hypothesis Feynman has arrived to the conclusion that, according to his theory, the interaction with the receptor would be caused by a combination of 50% of retarded waves and 50% of advanced waves.

Now consider the situation from the Feynman's viewpoint. In the Fig 1 he supposed that the source would have to move from A to B with a speed  $v$ . Then from such hypothesis it would be impossible to consider that the second wave could arrive to the receptor together with the first wave, since the emission of the second wave would have a time delay, corresponding to the

time necessary for the electron to move with the speed  $v$  between the points A and B of the Fig. 1.

## 5. CONCLUSIONS

One could say that the arguments proposed in the paper are based on speculation only. So, what could be the advantage for the science to consider a new interpretation for the meaning of the Feynman's theory?

Response: First of all, we have to take in consideration that the temporal reversion is absurd, and therefore it is reasonable to believe that there is some hidden unknown mechanism responsible for the success of Feynman's theory. If such hypothesis is correct, the success of his theory is accidental, and it is important to discover what is the real mechanism of the phenomenon.

Besides, such new interpretation can encourage the researchers to investigate the phenomenon, and in this way new experiments can bring a definitive answer to the paradox.

In one among his lectures about the nanotechnology, Feynman predicted that in the future the researchers would have to face unexpected behavior from the electron, and they would have to discover new laws of the electron's interactions. It seems that Feynman was aware that the Nature puts "something" out of our sight, and Quantum Mechanics is unable to help us to understand some fundamental behavior of the particles. Perhaps the present theory may open the eyes of the researchers, and to help them to look for new laws in the scale of nanotechnology.

Einstein was right when he opposed so strong resistance against the non-local actions considered in the development of Quantum Mechanics, that's why he claimed that QM is an incomplete theory.

Non-locality and time reversion are two phenomena that our intuition refuses to accept. The physicists got used to accept them because they had no alternative, since they had to render themselves to the accuracy obtained from QM formalism.

Nevertheless the paradoxes arisen from the QM conceptual foundations can be explained from a new alternative: to replace the de Broglie's concept, by considering that the wave-particle duality is not a property of the matter, as he proposed, but simply a property of the helical trajectory. Along several papers the author has shown that such aim is attainable.

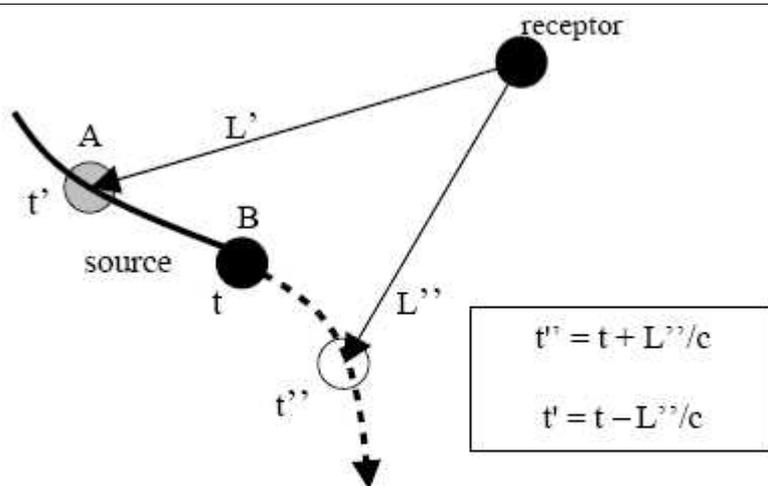
From the papers met in the author's book Quantum Ring Theory<sup>(\*)</sup> one starts to understand that the paradoxes have appeared in QM because the elementary particles move through the HT, and inasmuch the theorists did not consider it in the development of QM, all the properties of the HT had to be replaced by a mathematical formalism that describes the phenomena as they would be produced by strange properties, like the non-locality and the time reversion.

As the theorists now are seeing that by introducing the HT it is possible to eliminate the paradoxes, they cannot neglect anymore this new alternative that is offered to them.

(\*) To be published in 2005 by the Bauu Institute Press

### References:

1. Natarajan T. S., , *A Unified Conceptual Foundation for Relativity and Quantum Mechanics*, Physics Essays vol. 9 n.2 , 303, 1996
2. Lindsay R. B. & Margenau H. , *Foundations of Physics* , Ox Bow Press, Pg 287, 1981
3. Guglinski W., Michelson-Morley Experiment for Protons, Bauu Institute Press, in press
4. Guglinski W., A Model of Photon, Bauu Institute Press, in press
5. Guglinski W., New Model of Neutron, Journal of New Energy, Vol 4, No. 4, 2000
6. Guglinski W., Stern-Gerlach Experiment and the Helical Trajectory, Bauu Institute Press, in press
7. Guglinski W., Demystifying the EPR Paradox, Bauu Institute Press, in press
8. Guglinski W., Fundamental Requirements for the Proposal of a New Hydrogen Atom, Bauu Institute Press, in press



**Fig.1 – Feynman's theory**  
 The receptor receives in the past time  $t$  a wave emitted by the source in the future time  $t'' = t + L''/c$

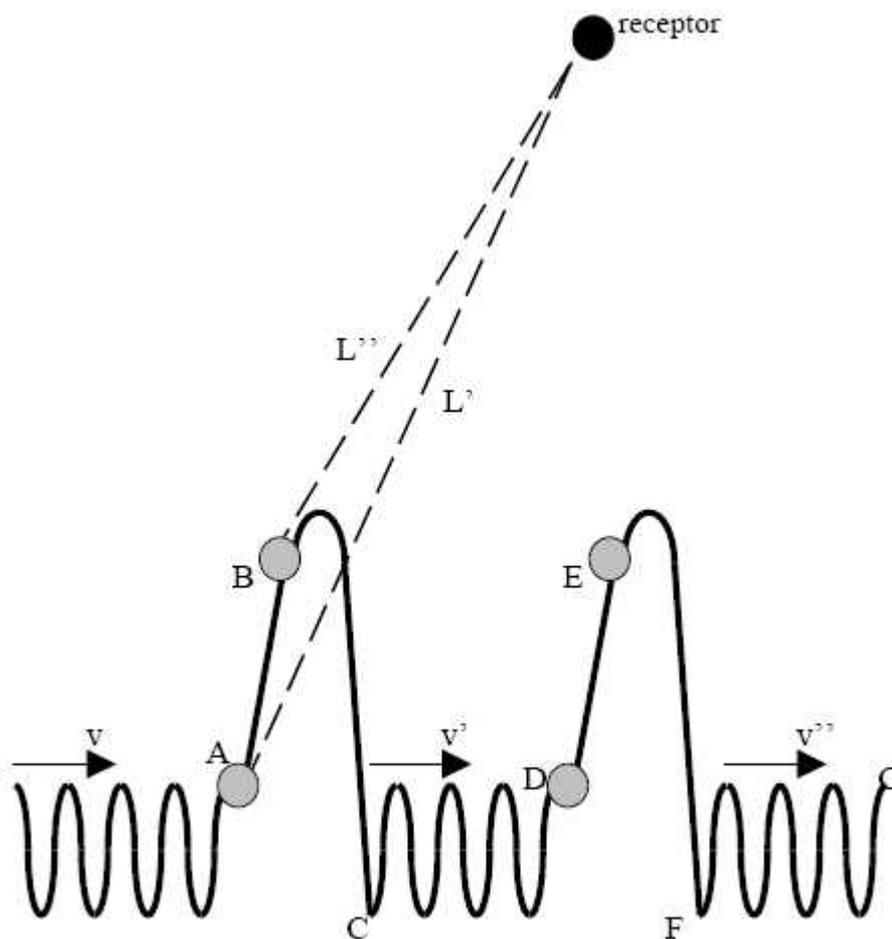


Fig. 2

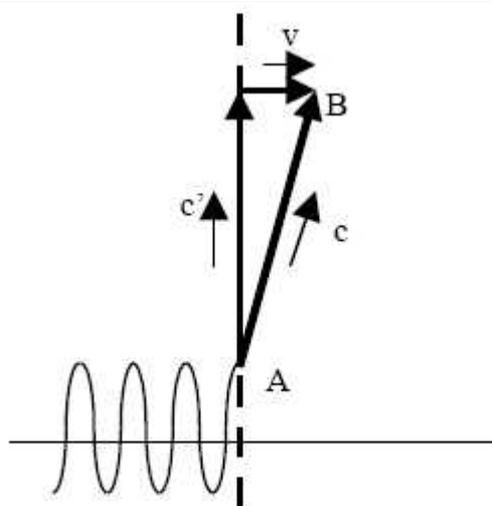


Fig. 3

### Informações adicionais\*



*Wladimir Guglinski*

Wladimir Guglinski nasceu em Goiânia-GO, em 04 de Agosto de 1950. Engenheiro Mecânico, formado em 1973 pela Escola de Engenharia da UFMG-Belo Horizonte, é um pesquisador que, juntamente com outros cientistas de várias partes do mundo, vêm realizando experiências que provam que grande parte dos conceitos e modelos estabelecidos pela Física Moderna estão errados. Há vários anos o cientista vêm se dedicando ao desenvolvimento de uma Nova

Teoria no campo da Física Teórica, que segundo ele, poderá ser a base de uma nova ciência que realmente irá explicar as leis da Natureza em toda a sua lógica perfeita.

Para Guglinski, a ciência dos últimos séculos se desenvolveu erradamente pois considerou só aquilo que pode ser visto e provado por meios materiais. O saber dos povos antigos foi deixado de lado e o Universo passou a ser entendido como se fosse formado apenas de matéria, "o que levou a Física aos erros e paradoxos existentes", diz o cientista.

*\*Comentários feitos por Prof. Carlos Eduardo Cardoso.*

*cardoso@tchequimica.com*

## 1.10 – PHENANTHROLINE COMPLEXES OF THE RARE EARTH NITRATE: SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION.

Barbosa, A. F. F.<sup>1</sup>, Cunha, J. D., Silva, A. G., Lima, F. J. S., Batista, M. K. S., Silva, A. O.  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Química,  
C.P 1662, 59078 – 970, Natal / RN, Brazil. E-mail: andrea@ccet.ufrn.br

### ABSTRACT

*The interaction of lanthanide nitrates (Ln – Nd, Sm, Dy and Er) and 1.10 – phenantroline were studied and complexes of the general formulae  $Ln(NO_3)_3(C_{12}H_8N_2)_2$  or  $Ln(NO_3)_3(o-fen)_2$*

*The complexes were characterized by elemental analyses (CHN), titration with EDTA, IR spectra and thermogravimetric analysis. X-ray powder patterns further indicated that the complexes are isomorphous having the same *d*-interplanar spacing.*

**Keywords:** Lanthanides, Nitrates, 1.10 – Phenantroline

### INTRODUCTION

The coordination chemistry of the lanthanides has become of great importance over the last few decades for its use in several applications. The compounds obtained by the reaction among lanthanides nitrates with organic ligands [Sousa et al, 2000], (1.10 - phenanthroline) they have been studied in the last decades they constitute a family with physical and chemical properties extremely similar. The atomic and ionic radii decrease along the lanthanide series with the increase of the atomic number. This fact is known as "lanthanide contraction". With this the basicity of the elements decreases along the series. Ions lanthanides that have separated electrons are colored and paramagnetic [Judd, 1972]. The coordination number happens between 3 and 9, but some are frequently high with small ligands, as for instance, nitrate and water [Moeller, 1975; Ofelt, 1962; Najjar 1971]. In this article the complexes formed by reactions of hydrated lanthanide and 1.10 – Phenantroline  $Ln(NO_3)_3(C_{12}H_8N_2)_2$  (Ln = Nd, Sm, Dy and Er) are described.

---

<sup>1</sup>Barbosa, A. F. F. - Andréa Francisca Fernandes Barbosa  
Cunha, J. D. – Jardel Dantas da Cunha  
Silva, A. G. – Afrânio Gabriel da Silva  
Lima, F. J. S. - Francisco José Santos Lima  
Batista, M. K. S. – Mary Kalina Sarmiento Batista  
Silva, A. O. – Ademir Oliveira da Silva

## EXPERIMENTAL

The complexes were prepared by reaction of nitrate solution lanthanides  $\text{Ln}(\text{NO}_3)_3$ , ( $\text{Ln} = \text{Nd, Sm, Dy and Er}$ ) with ligand 1.10 phenanthroline in absolute ethanol (molar ratio 1:2), and dried in vacuum over.

Thermogravimetric curve were obtained on SHIMADZU TGA-50H instrument at a heating rate  $10^\circ\text{C}/\text{min}$  in nitrogen ( $50 \text{ cm}^3\text{min}^{-1}$  flow). The generated curves make possible obtaining of information with relationship to the thermal stability of the intermediate and final products [Vicentini, 1971]. Infrared spectroscopy using a Perkin Elmer FTIR-16 PC set-up. To that end, KBr pellets having 1 wt.% of the sample material were pressed under 5 t during 3 min. The range between  $4000$  and  $400 \text{ cm}^{-1}$  was studied [Nakamoto, 1977]. Carbon, hydrogen and nitrogen contents were determined using a CHN Perkin-Elmer model 240 instrument. The crystallographic structures present were determined from a Shimadzu diffraction equipment, model XRD-6000, using  $\text{CuK}_\alpha$  radiation the range studied was  $10^\circ$  to  $80^\circ$ .

## RESULTS AND DISCUSSION

The reaction proposed for the lanthanides salts with the ligands 1.10 - phenanthroline is the following:



The estequiometer of the compositions were certain through the data of the titration with EDTA Table 01 and Table 02 presents a summary of the analytical results, which are in accordance with the general composition  $\text{Ln}(\text{NO}_3)_3(\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2)_2$ . The obtained data confirm the formation of compounds with 2 ligands evidencing her it formulates low  $\text{Ln}(\text{NO}_3)_3(\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2)_2$ . The curves TG Fig. 01 demonstrate that the compounds are stable up to  $390^\circ\text{C}$ , being the first event of associated thermaldecomposition the loss of molecules of water. The second associated event the decomposition of the molecules of the salts that happens up to  $800^\circ\text{C}$ .

The spectra in the area of the infrared of the compositions  $\text{Ln}(\text{NO}_3)_3(\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2)_2$  they demonstrate a displacement  $\nu_{\text{CN}}$  for the area of smaller frequency indicating the coordination of the ligands Table 03. The manners of stretching  $\nu_1$ ,  $\nu_2$  and  $\nu_5$  of  $\text{NO}_3$  [Nakamoto, 1977], indicate at least an anion  $\text{NO}_3$  of form bidentate and they suggest her it formulates  $\text{Ln}(\text{NO}_3)_3 \cdot 2\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2$ . The X-ray powder diffraction data are tabulated in Table 04. The solutions prepared are 1:1:2 and it seems that due to solubility products only one isomer crystallizes for ach of the rare earths used, the X-ray powder show isomorphism.

## TABLE CAPTIONS

**Table 01** – Titration Complexiometric with and without photocolorimetric nitrates and complexes.

**Table 02** - Summary of analytical results of  $\text{Ln}(\text{NO}_3)_3(\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2)_2$  (Ln = Sm, Dy, Er e Nd).

**Table 03** – Infrared absorption spectra of the complexes.

**Table 04** – X-ray powder diffraction patterns of  $\text{Ln}(\text{NO}_3)_3(\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2)_2$  (Ln = Sm, Dy, Er e Nd).

**Table 01** – Titration Complexiometric with and without photocolorimetric nitrates and complexes.

Complexes	T.C.P (Nº de $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2$ )	T.C.P $V_{\text{EDTA}}$ (mL)	T.C.W.P (Nº de $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2$ )	T.C.W.P $V_{\text{EDTA}}$ (mL)
$\text{Nd}(\text{NO}_3)_3(\text{o-fen})_2$	2,1	1,40	1,9	1,48
$\text{Sm}(\text{NO}_3)_3(\text{o-fen})_2$	2,3	1,34	1,9	1,46
$\text{Dy}(\text{NO}_3)_3(\text{o-fen})_2$	2,0	1,40	1,8	1,48
$\text{Er}(\text{NO}_3)_3(\text{o-fen})_2$	1,9	1,44	1,7	1,52

T.C.W.P = Titration complexometric without photocolorimetric, T.C.P Titration complexometric with photocolorimetric.

**Table 02** – Summary of analytical results of  $\text{Ln}(\text{NO}_3)_3(\text{o-fen})_2$  (Ln = Sm, Dy, Er, Nd).

Complexes	%C	%H	%N	
$\text{Dy}(\text{NO}_3)_3(\text{o-fen})_2$	40.14	2.56	13.55	Experimental
$\text{Dy}(\text{NO}_3)_3(\text{o-fen})_2$	40.66	2.25	13.82	Theoretical
$\text{Sm}(\text{NO}_3)_3(\text{o-fen})_2$	42.01	2.62	14.05	Experimental
$\text{Sm}(\text{NO}_3)_3(\text{o-fen})_2$	41.36	2.87	14.06	Theoretical
$\text{Nd}(\text{NO}_3)_3(\text{o-fen})_2$	38.33	2.79	12.95	Experimental
$\text{Nd}(\text{NO}_3)_3(\text{o-fen})_2$	37.80	2.62	12.85	Theoretical
$\text{Er}(\text{NO}_3)_3(\text{o-fen})_2$	40.55	2.54	13.58	Experimental
$\text{Er}(\text{NO}_3)_3(\text{o-fen})_2$	40.39	2.80	13.73	Theoretical

**Table 03** – Infrared absorption spectra of the complexes.

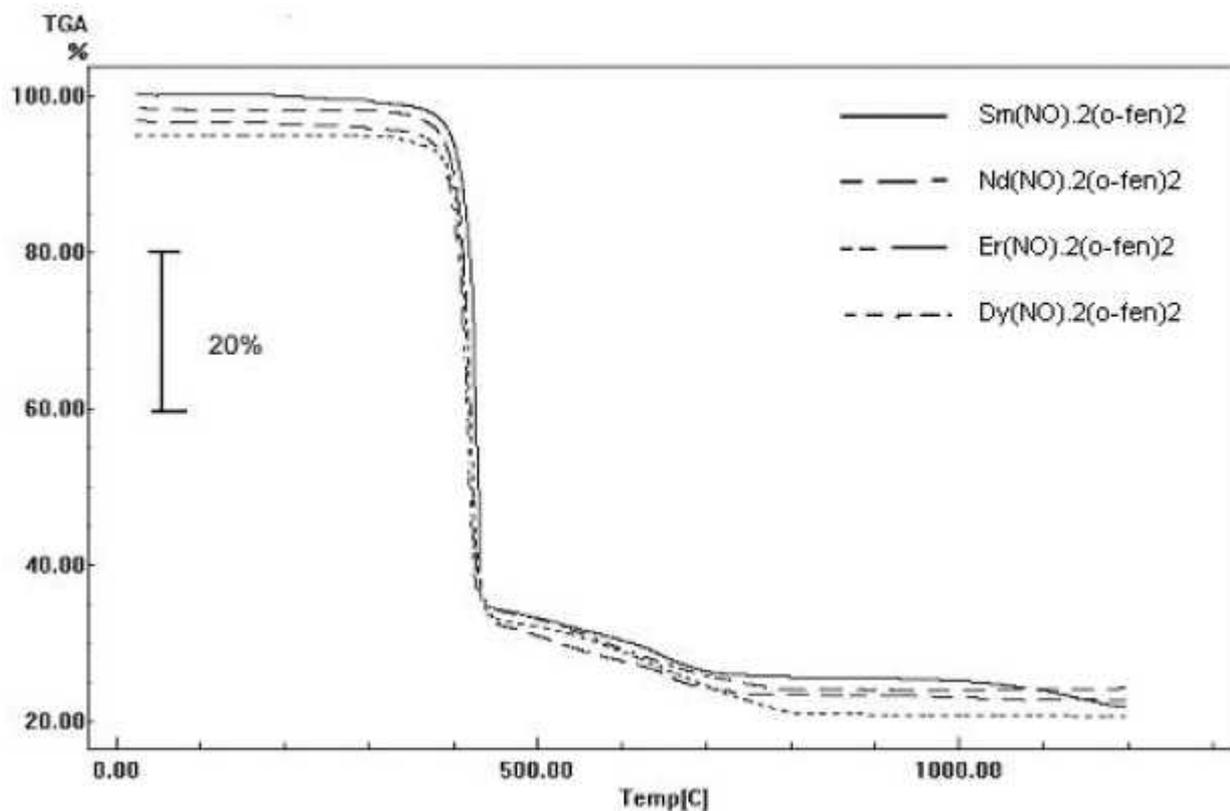
Complexes	$\nu_1$	$\nu_2$	$\nu_3$	$\nu_4$	$\nu_5$	$\nu_6$
<b>Nd(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.(o-fen)<sub>2</sub></b>	1258	1081	723	1414	-	844
<b>Sm(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.(o-fen)<sub>2</sub></b>	1308	1034	724	-	-	843
<b>Dy(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.(o-fen)<sub>2</sub></b>	1307	1095	-	1494	628	845
<b>Er(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.(o-fen)<sub>2</sub></b>	1307	1027	726	1490	728	845

**Table 04** – X-ray powder diffraction patterns of Ln(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.(o-fen)<sub>2</sub> (Ln = Sm, Dy, Er e Nd).

Nd		Sm		Dy		Er	
d(Å)	I/I <sub>0</sub>						
8.95	100	8.51	42	8.82	100	8.84	100
7.02	17	6.99	100	6.96	38	6.99	3
6.39	7	-	-	6.34	23	6.35	2
5.71	8	5.71	41	5.65	22	-	-
5.24	9	-	-	5.19	21	5.21	2
4.64	9	4.75	22	4.60	22	4.61	2
4.50	53	4,58	39	-	-	4.44	48
4.24	35	4.33	49	-	-	4.20	7
4.12	10	4.03	33	4.09	27	3.85	2
-	-	3.75	48	3.65	21	3.73	2
3.58	11	3.51	31	3.56	28	3.56	2
3.42	27	-	-	3.44	30	-	-
3.35	29	3.35	27	3.38	56	3.38	8
3.12	10	3.15	43	3.10	29	3.11	2

## FIGURE CAPTIONS

Figure 01 – Termogravimetric curve of complexes  $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot (\text{o-fen})_2$ ,  $\text{Sm}(\text{NO}_3)_3 \cdot (\text{o-fen})_2$ ,  $\text{Dy}(\text{NO}_3)_3 \cdot (\text{o-fen})_2$  and  $\text{Er}(\text{NO}_3)_3 \cdot (\text{o-fen})_2$



## REFERÊNCIAS

- 1 - Judd, B. R., *Optical Absorption Intensities of Rare-Earth Ions*, Phys. Rev., 127, (1972) 750-61.
- 2 - Moeller, T., *The Chemistry of Lanthanides - Comprehensive Inorganic Chemistry*, vol.4, Ch.44, Pergamon Press, (1975) 1-101
- 3 - Najjar, R., "*Compostos de Adição Entre Nitratos dos Elementos Lantanídeos e a Tetrametiluréia (TMU)*", Tese de Doutorado - IQ-USP, São Paulo-SP (1971)
- 4 - Nakamoto, K., *Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds*, 3ª Ed., John Wiley & Sons, New York, 1977.
- 5 - Ofelt, G. S., *Intensities of Crystal Spectra of Rare-Earth Ions* - J. Chem. Phys., 37, (1962) 511.
- 6 - Souza, H. K., Melo, D. M. A., Fernandes, J. D. G., Zinner, K., Zinner, L. B., Zukerman-Schpector, J., Vicentini, G., *Bis(pentamethylene)urea complexes of the lanthanide nitrates: synthesis, characterization, properties* - Journal Alloy Compounds, 303 – 304 (2000) 168.
- 7 - Vicentini, G., "*Adducts between some lanthanide nitrate and perchlorates and n, n', n' - Tetramethylmalonamide (TMMA)*", Journal of Inorganic Chemistry 34, (1971) 669.

# QUESTÕES PARA PRODUÇÃO SUSTENTADA DE BIODIESEL NO BRASIL

De Boni, L. A. B.<sup>1</sup>

Grupo Tchê Química, Porto Alegre – RS, Brasil. E-mail: deboni@tchequimica.com

## Resumo

*O Brasil será o maior produtor de Biodiesel do mundo se for capaz de consertar os elos fracos da corrente do Biodiesel. É importante que se implementem políticas de longo prazo de incentivo à pesquisa de catalisadores, de reflorestamento, e produção de metanol. O Brasil não pode correr o risco de substituir a importação de diesel por metanol.*

## Abstract

*Brazil will be the largest BioDiesel producer in the world if it was capable to repair the weak links on the BioDiesel chain. It is important to implement long time politics of incentive to the research of catalysers, reforestation, and methanol production. Brazil cannot run the risk to substitute the importation of diesel by methanol.*

## Introdução

Quem já produziu Biodiesel a partir das várias rotas disponíveis sabe que o metanol, apesar de todos os problemas relacionados à sua toxicidade, ainda é mais eficiente que o etanol na produção do biocombustível. Desta forma, é de se esperar que a indústria prefira utilizar o metanol ao etanol no fabrico do Biodiesel.

A partir deste ponto de vista, é importante que o Brasil realize investimentos em dois campos diferentes. O primeiro é na pesquisa e desenvolvimento de catalisadores mais eficientes para produção de Biodiesel utilizando o etanol. O segundo, é que o Brasil implemente políticas que estimulem os produtores de carvão vegetal a realizar a destilação seca da madeira.

Neste breve artigo versaremos a respeito da destilação seca da madeira com vistas ao metanol e, eventualmente, serão feitos comentários paralelos sobre catalisadores e reflorestamento.

## Fundamentação

A produção de metanol a partir da destilação seca da madeira irá exigir uma política nacional de reflorestamento e desta forma o Brasil irá ganhar competitividade em vários campos:

- A indústria do reflorestamento pode trazer para o Brasil os chamados "créditos verdes" originários do protocolo de Kioto;
- A médio prazo, áreas reflorestadas já passam a gerar diversos produtos e empregos a partir do momento em que já é possível realizar as podas e desbastes das árvores. Nesta etapa ainda são gerados basicamente pequenos tocos de madeira que já podem ser utilizados na produção de alcatrão, metanol, gases combustíveis e carvão.
- Após um prazo maior, as áreas reflorestadas passam a oferecer os produtos característicos oriundos da cultura implementada como, por exemplo, o *Pinus Elliottii*, que produz uma resina que pode ser utilizada na fabricação de remédios, perfumes, colas, tintas, vernizes, plásticos, ....., assim como a Seringueira produz a borracha, etc.

<sup>1</sup> De Boni, L. A. B. *Químico e Téc. Em Agropecuária. deboni@tchequimica.com*

- E como o grande final temos a produção da própria madeira que, dependendo da oferta do mercado, poderá ser vendida como madeira ou poderá ser destinada para o processo de destilação seca.

### Introdução ao processo de destilação seca da madeira

O processo de destilação seca da madeira é bastante simples. A figura 1 ilustra de modo bastante didático todo processo.

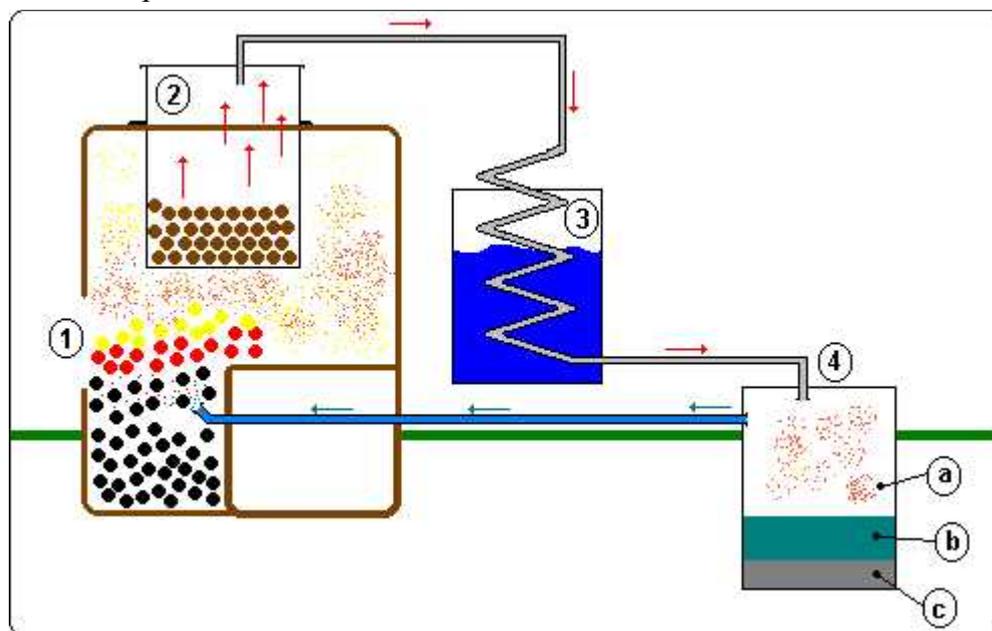


Figura 1: Destilação seca da madeira.

A madeira é inserida em um recipiente de Ferro (2), onde é aquecida. Os gases originados pela pirólise da madeira passam por um condensador (3) e os produtos são conduzidos para armazenamento (4) ou reaproveitamento.

No tanque 4, podemos ver de forma ilustrativa três produtos da destilação seca da madeira. A fração "a" (gasosa), é constituída principalmente por gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) e etileno ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ). Esta fração, em geral, é canalizada de volta para a fornalha (1) para auxiliar o aquecimento, tendo em vista que o metano e o etileno são gases combustíveis.

Os produtos "b" e "c", constituem a fração volátil que, após atravessar o condensador se liquefaz e fica estocada sob a forma de dois líquidos não-miscíveis. A fase superior é denominada *vinagre de madeira*, sendo constituída por aproximadamente 90% de água, 7% de ácido pirolenhoso (ácido acético), 2,5% de metanol, 0,1 a 0,2% de acetona e uma ínfima fração de acetato de metila (menos de 0,1%). A fase inferior é composta de um líquido escuro, denominado *alcatrão de madeira*.

Neste processo, que já é bastante antigo, podemos notar um possível campo de aplicação para o glicerol resultante do processo de produção do Biodiesel. Tendo em vista que será gerado uma grande quantidade de glicerol não é preciso investir no refino total deste produto. As frações com maior teor de impurezas ou que causem desequilíbrios mercadológicos podem ser encaminhadas para as fornalhas auxiliando na produção do metanol.

Seria interessante não adicionar o glicerol puro à fornalha, pois este poderia ser misturado pela indústria química com cargas de sabão de baixa qualidade e produtos equivalentes ao octano

para formar Napalm ou produtos equivalentes a este, a fim de aumentar o poder calorífico do glicerol, melhorando o desempenho da fornalha e reduzindo os custos de produção e impactos ambientais.

O *alcatrão de madeira* (c) é uma mistura de diversos produtos químicos que podem ser separados e destinados ao seu uso mais proveitoso.

Em relação ao metanol, seu processo de extração ainda não está completo pois é, no mínimo, desejável que o metanol não contenha água. O metanol é separado do resto da solução (fase superior, "b") da seguinte forma: adiciona-se cal ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) ao *vinagre de madeira*. A reação entre o hidróxido de cálcio o ácido acético forma acetato de cálcio.

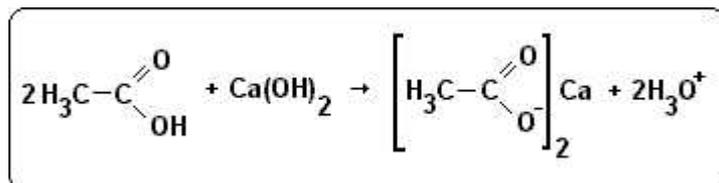


Figura 2: Reação entre o hidróxido de cálcio o ácido acético

A realização de uma destilação fracionada é capaz de separar o metanol do restante da solução com pureza entre 90 e 95%. Para se obter um teor de pureza mais elevado é possível transformar o metanol em oxalato de metila, que é insolúvel, através da reação com ácido oxálico.

O oxalato de metila formado é separado por filtração e tratado com e hidróxido de sódio, o que causa a formação de oxalato de sódio e a liberação de metanol. O metanol pode ser novamente destilado a fim de aumentar sua pureza. A pureza final do metanol pode ser estabelecida por teste de absorção de infravermelho

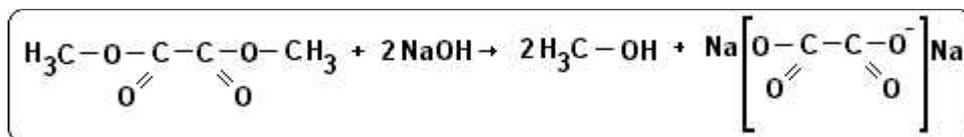


Figura 3: Conversão do oxalato de metila em metanol

De todos os produtos da destilação seca da madeira o produto que apresentam menor valor é o carvão.

## Conclusões

Através deste breve artigo é possível se refletir a respeito dos motivos pelos quais o BioDiesel poderá enfrentar dificuldades no Brasil, temos então alguns deles listados a seguir:

1º No Brasil não existe planejamento estratégico de médio e longo prazo por parte do governo e é de se esperar que, como de costume, após cada eleição as metas da nação sejam alteradas e não se atinja meta alguma. Desta forma, fenômeno similar ao ocorrido no Proálcool (Programa Nacional do Álcool) poderá acontecer com o Biodiesel.

2º Implementam-se teorias de que o Biodiesel é um produto natural e é a solução dos problemas rurais do Brasil, esquecendo-se de que o Biodiesel também deriva de produtos de origem química e que os fatores que vão determinar o sucesso deste projeto não estão no campo e sim nas universidades e na indústria química, pois é conhecida a alta capacidade do produtor rural

Brasileiro e a fração do processo relativa a estes é improvável que à fracassar.

Caberá às universidades encontrar catalisadores mais eficientes para produção de Biodiesel e solucionar o problema do que fazer com os resíduos (que podem ser encarados como matérias-primas), além de criar meios baratos e viáveis de realizar o controle de qualidade do Biodiesel.

A indústria química de produção de Biodiesel irá competir com o peso de apostar em soluções nacionais, isto é, comprar catalisadores desenvolvidos e fabricados no Brasil e implementar em grande escala no Brasil o processo de destilação fracionada da madeira, pois existe matéria prima disponível para isto.

3º Se a nova geração de catalisadores não for apresentada aos fabricantes de Biodiesel, é improvável que o etanol (produzido em larga escala no Brasil) possa competir com o metanol pelas características inerentes ao etanol, que são a mistura azeotrópica com a água (que se não for eliminada, ao invés de gerar ésteres, irá gerar sabões), a cadeia carbônica maior que a do metanol - que ocasiona impedimento espacial durante a reação de transesterificação acabando por tornar a reação muito mais lenta.

E ficam algumas questões para reflexão.

O Brasil vai introduzir uma política nacional de reflorestamento?

Ignorando as rotas sintéticas para obtenção dos devirados da madeira, como o metanol, será que o Brasil vai ser capaz de extrair compostos da madeira ou vai derrubar toda a Amazônia sem retirar os produtos mais valiosos da floresta?

## Referências Bibliográficas

1. Bellamy, L. J., "The Infrared Spectra of Complex Molecules", 2nd edition, John Wiley & Sons, New York, 1961.
2. Nakanishi, K. "Infrared Absorption spectroscopy - Practical", Holden-Day, Inc., San Francisco, 1962.
3. Silverstein, R.M.; Bassler, G.C.; and Morrill, T.C. Spectrometric Identification of Organic Compounds. 4th ed. New York: John Wiley and Sons, 1981.
4. The Merck Index, an encyclopedia of chemicals and drugs. 9th ed. Rahway, N. J.: Merck & CO., INC., 1976.
5. Solomons, T.W.G., "Química Orgânica", 6 edição, John Wiley & Sons, LTC livros técnicos e científicos editora S.A., Rio de Janeiro, RJ, 1996.
6. Morita, T.; Assumpção, R.M.V., "Manual de soluções, reagentes & solventes. Padronização, preparação, purificação", 11 reimpressão, Editora edgard Blücher LTDA., São Paulo, SP, 2001.
7. Harris, Daniel C., "Análise química quantitativa", 5 ed, Editora LTC livros técnicos e científicos editora S.A., Rio de Janeiro, RJ, 2001.
8. CHIAVENATTO, I., "Introdução a teoria geral da administração." 3ª Ed. McGraw-Hill, São Paulo, 1983.
9. Carvalho, C. G.; Saffioti, W., "Química para o segundo ano colegial", 21 edição, Companhia Editora Nacional, São Paulo, 1969.
10. Roger A. Korus, Dwight S. Hoffman Narendra Barn, Charles L. Peterson, and David C. Drown, "TRANSESTERIFICATION PROCESS TO MANUFACTURE ETHYL ESTER OF RAPE OIL", Department of Chemical Engineering, University of Idaho, Moscow.
11. Malavolta, E., "Manual de Química Agrícola – Adubos e adubação", 2 edição, Editora Agronômica CERES LTDA, São Paulo, 1967.
12. Castellan, G. W., "Fundamentos de Físico-Química", Livros Técnicos e Científicos S.A., RJ, 1995.
13. Moore, W. J., "Físico-Química", Ao Livro técnico S.A, RJ, 1968
14. Atkins, P. W., "Physical Chemistry", 5th ed., Oxford University Press, Oxford, 1994.
15. BONELLI, R. (org.) "Ensaio sobre Política Econômica e Industrialização no Brasil." Rio de Janeiro: Senai, 1996.
16. RIZZINI, C.T., "Árvores e madeiras úteis do Brasil. Manual de Dendrologia Brasileira." Editora Blücher, São Paulo, 1971.

## Novidades do Grupo Tchê Química

### Novidades no site

O site do Grupo está investindo em novos produtos e serviços, dentre os quais estão recebendo uma atenção maior no momento os projetos destacados a seguir:



Após cerca de quatro anos sem atualização e ter sido praticamente removido do site, foi decidido que o projeto do dicionário vai ser retomado. Este projeto passou por uma reforma técnica pesada. A versão antiga era constituída por apenas três páginas em HTML ao passo que a versão atual conta com um moderno e poderoso banco de dados MySQL controlado por scripts PHP. Visite o site <<http://www.dicionario.tchequimica.com>> e confira

o andamento deste projeto.



O projeto do Manual de Reagentes e Soluções do Grupo Tchê Química é uma meta bastante audaciosa e não tem término previsto para os próximos anos. Trata-se de um projeto aberto onde diversos pesquisadores podem colaborar. A versão 0,43% já está disponível no Grupo Tchê Química em Yahoo Groups, no site a seguir:



<http://br.groups.yahoo.com/group/tchequimica>, na seção Arquivos, dentro da pasta "Manual de Reagentes e Soluções".

### Novidades do Grupo

Este projeto é bastante simples e se constitui em uma ferramenta ligada ao site de fabricantes de produtos químicos. O seu objetivo é facilitar a localização dos arquivos de MSDS dos produtos Químicos. Se encontra disponível em:

<http://www.msds.tchequimica.com/>

Devido ao grande número de pedidos de consultoria, ajuda e aulas particulares que costumamos receber nós decidimos abrir uma Micro-Empresa para melhor atender os nossos clientes. Estamos muito satisfeitos em compartilhar com os colegas esta novidade.

Após a leitura do parágrafo acima fica a pergunta de sempre: "o que vai mudar no site com isto?". Bem, para nós a resposta é simples. A princípio não muda nada, ou seja, não pretendemos cobrar pelo acesso ao site. Estamos abrindo a empresa simplesmente para poder atender melhor à fração do nosso público que eventualmente precisa de uma acessoria maior. A seguir,

apresentamos uma pequena lista de produtos e serviço que a empresa irá ofertar.

- Consultoria Científica (biodiesel, tratamento de resíduos e efluentes, para outras opções consulte)
- Cursos de curta duração (até 16h).
- Palestras educacionais
- Controle de Qualidade e Gestão Ambiental
- Material didático;
- Central de aulas particulares
- Preparação para concursos e acompanhamento escolar
- Softwares para automação e gerenciamento laboratorial

O Grupo também agradece a todos os colegas que têm nos enviado mensagens de congratulações pelo fato de três membros do Grupo (Dr. Lavinel G. Ionescu, De Boni e Goldani) terem sido agraciados entre os três primeiros colocados na categoria Produtos do Prêmio Petrobras de Tecnologia. Muito obrigado a todos e até a próxima edição do Periódico Tchê Química em 2006.

# INSTRUÇÕES PARA PUBLICAÇÃO

INSTRUCTIONS FOR PUBLICATIONS

**1. O PERIÓDICO TCHÊ QUÍMICA** publica artigos inéditos em todos os campos da química e áreas afins; artigos de revisão bibliográfica de assuntos específicos, comunicações científicas e resenhas de livros.

1. PERIÓDICO TCHÊ QUÍMICA publishes original work in all areas of chemistry; review papers on specific subjects, short communications and book reviews.

**2.** Artigos originais incluem um resumo com preferência à língua inglesa, sob título de "Abstract", para expor, de modo claro e compreensível, o conteúdo do trabalho sem generalidades e detalhes de metodologia.

2. Original papers should include an abstract with preference written in English, under the title "Abstract", explaining clearly the contents of the article. This abstract should not contain general and experimental details.

**3.** Os trabalhos devem ser submetidos para o endereço eletrônico [tchequimica@tchequimica.com](mailto:tchequimica@tchequimica.com) ou [tchequimica@tchequimica.tk](mailto:tchequimica@tchequimica.tk), em formato Sun Microsystems Inc. OpenOffice.org® (preferencial) ou MS-Word for Windows®. O cabeçalho é constituído pelo título do trabalho, nome(s) do(s) autor(es) e respectivas instituições. As tabelas e figuras devem ser inseridas no corpo do texto, em espaços adequados e perfeitamente visíveis. A nomenclatura deve obedecer as normas da IUPAC.

3. Manuscript should be submitted to [tchequimica@tchequimica.com](mailto:tchequimica@tchequimica.com) or [tchequimica@tchequimica.tk](mailto:tchequimica@tchequimica.tk), in Sun Microsystems Inc. OpenOffice.org® (preference) or MS-Word for Windows®. Manuscript headings must include title, author name(s) and institution(s) where the work was done. Tables and figures must be sent in the text body appropriate and visible. Nomenclature should conform to IUPAC rules.

**4.** Citações bibliográficas no texto devem ser feitas por nome e ano entre colchetes. A lista de referências bibliográficas, ao fim do trabalho, deve ser organizada por ordem alfabética sequencialmente numerada, seguindo ao seguinte modelo:

1. CAVALCANTE, A. A. M., Rübensam, G., Picada, J. N., da Silva, E. G., Moreira, J. C. F., Henriques, J. A. P., *Mutagenicity, antioxidant potential and antimutagenic activity against hydrogen peroxide of cashew (Anacardium occidentale) apple juice and Cajúina*, Environmental and Molecular Mutagenesis 41:5 (2003) 360-369;

4. Bibliographic citations in the text must be done by author name and year between brackets. The bibliographic lists, at the end of the text, must be organized by alphabetical order and sequential numeration, obeying the following model:

1. CAVALCANTE, A. A. M., Rübensam, G., Picada, J. N., da Silva, E. G., Moreira, J. C. F., Henriques, J. A. P., *Mutagenicity, antioxidant potential and antimutagenic activity against hydrogen peroxide of cashew (Anacardium occidentale) apple juice and Cajúina*, Environmental and Molecular Mutagenesis 41:5 (2003) 360-369;

**5.** O Conselho Editorial poderá fazer alterações no texto do trabalho, para adequá-lo a estas instruções.

5. The Editorial Board may perform modifications in the text to make adequate to these rules.

**6. Informações técnicas: (Novo)**  
a) Fontes aceitas: Arial e Times New Roman  
b) Formato para envio de imagens: BMP, JPG, GIF, TIF, JP2, JIF e PIC

6. Technical information: (New)  
a) Accepted chars type: Arial and Times New Roman  
b) Accepted images format: BMP, JPG, GIF, TIF, JP2, JIF e PIC